This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

MUSEUM
QK
725
.M72

B 1,374,767

PROPERTY OF
University of Michigan Libraries
1817
ARTES SCIENTIA VERITAS

Gaylord
SPEEDY BINDER
Syracuse, N. Y.
Stockton, Calif.

Museum
QK
725
.M72

UNIVERSITY OF MICHIGAN

Ueber die Poren

des

Pflanzen-Zellgewebes.

UNIVERSITY OF MICHIGAN LIBRARIES

Ueber die Poren

des

Pflanzen-Zellgewebes

von

Hugo Mohl,

Doctor der Medicin und Chirurgie, correspondirendem Mitgliede der königlich-baierischen botanischen Gesellschaft in Regensburg.

Mit IV Kupfertafeln.

Tübingen,

bei Heinrich Laupp.

1828.

Museums
QK
725
.M72

Museum
Gift
1954

12-21-55. A.R.

Einleitung.

Für die Lehre von der Circulation des Saftes in den Gewächsen und von den davon abhängenden Erscheinungen ist es unstreitig von der grössten Wichtigkeit, mit Bestimmtheit zu wissen, ob die Wandungen der Pflanzenzellen von Poren durchlöchert seien, und so ein unmittelbares Ueberströmen der Säfte aus einer Zelle in die andere gestatten, oder ob diese Membranen eine ununterbrochene Continuität besitzen, und das Durchdringen der Säfte auf eine durch physicalische Gesetze nicht erklärbare Weise vor sich gehe.

Jede dieser zwei Ansichten fand ihre Vertheidiger, und schon längst sind sie der Gegenstand einer in den Schriften über Anatomie und Physiologie der Gewächse mit Lebhaftigkeit geführten Discussion. Ob sich gleich in den neueren Zeiten der grössere Theil der Phytotomen gegen die Annahme von Poren erklärt hat, so wird doch die entgegengesetzte Ansicht (wenigstens bei einzelnen Pflanzen) von einigen der geübtesten und scharfsinnigsten Anatomen vertheidigt; jedoch ist von ihnen noch bei keiner Pflanze die Existenz von Poren mit so überzeugenden Gründen nachgewiesen worden, dass nicht die Gegner das, was die andern für Poren hielten, mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit für Körner von Amylum, Harz u. dgl. erklären konnten.

Dieser sich immer wiederholende Wechsel zwischen Annahme und Verwerfung der Poren beweist am besten, wie dieser Gegenstand noch

weit entfernt ist, mit gehöriger Genauigkeit ausgemittelt zu sein, und wie nothwendig eine neue Untersuchung dieser Verhältnisse ist. Für den Verfasser erhielt dieser Gegenstand durch die Entdeckung von sehr dickwandigen Zellen im Marke von Asclepias carnosa und Banisteria auriculata Cav *), deren Wandungen deutlich von Canälen durchsetzt sind, ein doppeltes Interesse, wodurch er veranlasst wurde, diese Verhältnisse bei einer grössern Anzahl von Pflanzen zu untersuchen, und die Resultate seiner Beobachtungen in der vorliegenden Abhandlung niederzulegen; er schliesst dabei die Betrachtung der Spaltöffnungen aus, da sie nichts mit den Poren der Zellwandungen gemein haben, indem sie sich immer in die Zwischenräume zwischen den Zellen öffnen, so wie auch die Betrachtung der von einigen angenommenen unsichtbaren Poren, da wir wohl nie etwas Gegründetes für oder gegen ihre Existenz sagen können, und der Verfasser in dieser Schrift nur die Beschreibung unmittelbar beobachteter Thatsachen, und einige aus ihnen zu ziehende Folgerungen geben will.

*) Hugo Mohl, über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tüb. 1827. p. 89. Tab. VI. fig. 1. 2. Tab. XIII. fig. 1. 2. Leider hatte ich bei Aufzeichnung meiner Beobachtungen über Banisteria auriculata durch Versehen B. paniculata geschrieben, und so gieng dieser Fehler in die angeführte Schrift über, da ich denselben erst nach Herausgabe derselben bemerkte.

Geschichtlicher Ueberblick über die Lehre von den Poren der Zellenhäute.

Von den ersten Begründern der Phytotomie, von Marcellus Malpighi und Nehemias Grew und Leeuwenhoek wurde der Bau des Zellgewebes, als einer aus zusammengehäuften Bläschen bestehenden Masse, vollkommen richtig erkannt.

Wie sich Malpighi den Bau der Zellwandung dachte, ob er dieselbe für porös hielt, oder nicht, darüber fand ich in seinem Werke keine Aeusserung.

Grew *) sagt ausdrücklich, dass sich keine Zelle sichtbar in die andere öffne; wollte er hingegen seiner Theorie, dass die Zellwandungen aus Fasern zusammengewoben seien, treu bleiben, so musste er, wenigstens unsichtbare, Poren annehmen **).

Eine ähnliche Ansicht über die Zusammensetzung der Pflanzenmembranen tref-

*) Anatomy of plants. Lond. 1682. p. 64.

**) Es ist zwar von Sprengel (vom Bau und Natur der Gewächse pag. 85. 86.) gegen Mirbel behauptet worden, Grew hätte sich das Zellgewebe nicht aus Fasern zusammengewoben gedacht: Grew hätte sich aber wohl nicht deutlicher darüber aussprechen können, denn Stellen, wie: I say therefore, that as the vessels of a plant ... are made up of fibres ... so the Pith of a Plant, or the Bladders, whereof the Pith consists, are likewise made up of Fibres (l. c. p. 120); ferner: whence it follows, that the whole substance, or all the Parts of a Plant, so far as organical, they also consist of fibres (l. c. p. 121); ferner: so that the most unfeigned and proper resemblance we can at present make of the whole Body of a Plant, is to a piece of fine Bone-Lace, when the Women are working upon the cushion, lassen doch gewiss keine andere Erklärung zu. Sollte nicht vielleicht Grew zu dieser Ansicht durch die Betrachtung von netzförmigen Zellen geleitet worden sein? Wenigstens ist die Aehnlichkeit, welche die auf seiner 40sten Tafel dargestellten Markzellen mit den netzförmigen Zellen zeigen, die ich bei Rubus odoratus (Tab. I. fig. 9.) fand, nicht unbedeutend.

fen wir bei Leeuwenhoek *), indem sie dieser aus Gefässen zusammengewoben sich dachte.

Die Arbeiten der Pflanzenanatomen des 18ten Jahrhunderts förderten die Kenntniss des Zellgewebes nicht im mindesten, sogar die richtigeren Ansichten Grew's, Malpighi's und Leeuwenhoek's (dass nämlich das Zellgewebe eine Zusammenhäufung von Bläschen sei) wurden aufgegeben, und es wurde die Ansicht herrschend, dass dasselbe aus ineinandergewobenen Fasern und Blättchen, wie man sich auch den Bau des thierischen Zellgewebes dachte, bestehe; so beschreibt Ludwig **) den Bau desselben mit folgenden Worten: Laminae seu pelliculae membranaceae ita inter se connexae, ut cavernulas et cellulas intermedias minores forment, et non raro filamentorum minimorum interventu reticulatim disponantur, contextum cellulosum constituunt, quem per omnes partes plantae distributum comprehendimus. Posset etiam cellulare et reticulare opus dici. Idem est, quod Malpighius et alii utriculos appellant, quoniam in variis partibus tanquam series vesicularum, inter se invicem connexarum, apparet. Contextum cellulosum tamen appellare placuit, quoniam structura sua cum contextu cellulari, in animalibus deprehenso, convenit. Contextum cellulosum, si intimam structuram spectes, non ubique similem fabricam habere, ex differentia consistentiae, coloris aliarumque proprietatum patet, nullumque dubium est, eundem, quibusdam in locis, aliquam convenientiam cum glandulo-so opere animalium habere, tamen evolutio in his minimis partibus impossibilis videtur.

Auch Boehmer ***) hat ähnliche Ansichten; so bezeichnet er das Wesen des Zellgewebes mit folgenden Worten: albidae elasticaeque, nunc crassiores, nunc subtiliores fibrae atque fila, inter se nexa, variae figurae et magnitudinis cava seu cellulas sive cavernulas efformantia, contextus cellulosi nomine insigniri solent. Auch er kann sich nicht von der Vorstellung befreien, dass das Zellgewebe der Pflanzen die höchste Analogie mit dem der Thiere habe, dass es aus Fasern, wie

*) Arcana naturae detecta. Lugd. Bat. 1722. p. 292. fig. 6. 7. p. 295—97. fig. 10—12.

**) Institutiones regni vegetabilis. Lips. 1742. p. 141. u. folg.

***) Dissertat. de contextu celluloso vegetabilium, als Anhang zu seiner Commentatio de plantarum semine. Wittenbergae et Servestae. 1785. p. 412.

jenes, zusammengesetzt sei, dass, wie im thierischen alle Zellen in einander münden, so dieses auch in dem der Pflanzen, ob es gleich nicht so deutlich nachzuweisen sei, der Fall sein müsse, wie aus der Bewegung der Säfte sehr deutlich erhelle *), und aus dem Umstande, dass eine ausgetrocknete Rübe im Wasser wieder aufschwelle **).

Aehnliche Ansichten hatten Duhamel, Comparetti, Senebier und andere. Da sie aber durchaus falsch sind, und keine einzige Thatsache in ein helleres Licht setzen, so halte ich eine nähere Auseinandersetzung derselben für überflüssig.

Ein grosses Verdienst erwarb sich unstreitig C. F. Wolff, indem er diesen auf unrichtige Beobachtungen und auf eine zu weit getriebene Analogie sich stützenden Ansichten seine entgegengesetzte, wenn auch eben so unrichtige, Theorie entgegenstellte, nach welcher die Zellen und Gefässe keine eigenthümlichen Häute haben, sondern blose Aushöhlungen in der Substanz der Pflanze sind ***). Weniger auf Beobachtungen gestützt, als auf den Grund, dass für die Bewegung des Saftes aus einer Zelle in die andere Oeffnungen in den Zellwandungen vorhanden sein müssen, nahm Wolff eine unregelmässige Communication aller Zellen unter einander an †), doch sah er sich genöthigt, in dem einzigen Falle, in dem er den Bau des Zellgewebes richtig erkannte, nämlich in einigen reifen Früchten, die Existenz der Poren zu läugnen ††). Er spricht immer in so unbestimmten Ausdrücken von diesen Poren, dass die Vermuthung wohl erlaubt ist, er habe nie die Poren gesehen, sondern nur aus theoretischen Gründen angenommen †††).

Richtigere Ansichten über den Bau des Zellgewebes finden wir wieder bei Hill, welcher die Rindenzellen als Bläschen beschreibt, in deren Wandungen keine gefässartige Structur nachzuweisen sei; doch kehrte auch er noch nicht zur einfachen Ansicht Malpighi's zurück, sondern dachte sich die Zellen ungefähr unter der Gestalt von übereinanderstehenden, unten geschlossenen, oben offe-

---

*) l. c. p. 415. **) l. c. p. 428.

***) Theoria generationis, edit. secunda. Halae 1774. p. 7. „mera foraminula secum invicem vario modo communicantia, in substantia solida vegetabilium."

†) l. c. p. 5. ††) p. 6. †††) vgl. l. c. p. 15.

nen Bechern. *) Dass ihre Wände porös seien, scheint er nicht angenommen zu haben, sondern er glaubte, zwischen den Zellen seien mit unzähligen Poren durchlöcherte Gefässe, welche den Saft in die Zwischenräume zwischen die Zellen (interstitial spaces) ergiessen, und so in die Zellen. Die Basträhren (vessels of the blea) erschienen ihm getüpfelt, bei stärkeren Vergrösserungen erschienen ihm die Tüpfel als ebenso viele Erhöhungen, von welchen jede in der Mitte eine Oeffnung hätte. **) Die Holzzellen hielt er für einfache Röhren ohne Poren. ***) Die Markzellen endlich scheint er für durchaus geschlossen gehalten zu haben.

Erst in den lezten drei Decennien, in welchen mit ebenso viel Eifer als Erfolg das Studium der Phytotomie betrieben wurde, erkannte man wieder den wahren Bau der Zellen, und es wurde die Lehre von ihren Poren mit Hülfe vielfältiger Untersuchungen genauer bearbeitet, ohne dass jedoch ein sicher begründetes Resultat aus den mühsamen Forschungen hervorgieng.

Brissau - Mirbel, ein eifriger Vertheidiger der Wolffischen Theorie von der Einfachheit der Zellenwände, war der erste, der auf genauere Beobachtungen gestützt, die Lehre von den Poren ausbildete. Nach ihm †) sind die Zellen in der Regel von Poren durchlöchert, deren Oeffnung kleiner ist als $\frac{1}{300}$ Linie; dieselben sind nach ihm mit einem drüsigen, das Licht lebhaft zurückwerfenden Wulste umgeben, doch sind nicht alle mit diesem Wulste versehen. ††)

Etwas später trat in Teutschland Sprengel †††) auf, und erklärte sich ebenfalls für die Existenz von Poren, indem er von den Zellen bemerkt: „es haben diese Höhlen mit einander Gemeinschaft: denn einige Scheidewände sind durchbrochen, andere fehlen völlig." Er entdeckte im Zellgewebe in den Cotyledonen der

---

*) Construction of timber. Lond. 1770. fol. p. 14. they are a kind of bladders closed at bottom and open at the top, with a space, greater or less, between the top of one, and the bottom of another (Tab. V. fig. 2. aa). Ferner: p. 16. a bleb — is a cylinder close at the base and open at the mouth (Tab. VI. fig. 3.).

) l. c. p. 16. *) p. 20.

†) Traité d'anatomie et de physiologie végétales. 1801. Tom. I. p. 37. fig. 2. a. b. und noch an vielen andern Stellen.

††) l. c. p. 364. fig. 2. c.

†††) Anleitung zur Kenntniss der Gewächse. 1802. T. I. p. 88.

Bohnen die Amylumkörner, hielt sie aber für die Anlage zu künftigen Zellen, und stellte den später so allgemein angenommenen Satz auf *), Mirbel habe diese Bläschen für Poren gehalten.

Gegen diesen Vorwurf sucht Bernhardi **) Mirbel zu vertheidigen, es möge zwar zuweilen der Fall gewesen sein, dass Mirbel die Poren und Körner verwechselt habe, es sei aber doch nicht anzunehmen, dass ein so guter Beobachter sich beständig getäuscht habe. Ueber die Existenz von Poren ist Bernhardi noch sehr ungewiss, mit Bestimmtheit spricht er sich gegen das Vorhandensein grosser Oeffnungen aus, und zweifelhaft ist es ihm noch, ob Mirbel's Poren auch wirklich solche seien ***), übrigens neigt er sich etwas mehr zu der entgegengesetzten Ansicht.

Kurze Zeit darauf erschienen die durch die in Göttingen aufgegebene Preisfrage veranlassten Schriften.

Rudolphi ****) folgte der Ansicht von Sprengel, und wollte oft gesehen haben, wie sich eine Zelle in die andere münde; auch hält er die Ansicht Sprengel's, dass die kleinen Poren Mirbel's Bläschen seien, für sehr richtig; er trat jedoch später *****) Link bei, dass dieselben nicht Poren, sondern Körner von Satzmehl seien.

Treviranus †) folgte ebenfalls der Ansicht Sprengel's in Hinsicht der Mirbelschen Poren, wollte aber doch selbst in der opacen Scheidenhaut von Polypodium Filix mas Poren gefunden haben ††), und ist bei den saftleeren Markzellen zweifelhaft, ob nicht die Körner zu kleinen Poren geworden seien †††).

Link ††††) ist der erste, welcher die Zellen als vollkommen geschlossen, oder wenigstens nur durch unsichtbare Poren durchlöchert, beschrieb. Die Poren Mirbel's erklärte er für Körner von Schleim oder Stärkmehl †††††).

Durch die Schriften dieser Männer wurde Mirbel zur Vertheidigung seiner

---

*) l. c. p. 99. **) Ueber Pflanzengefässe 1805. p. 36. ***) l. c. p. 74.
****) Anatomie der Pflanzen. Berl. 1807. p. 35. *****) l. c. p. 251.
†) Vom inwendigen Bau der Gewächse. 1806. p. 7. ††) l. c. p 60.
†††) l. c. p. 162. ††††) Grundlehren der Anat. und Phys. der Pfl. 1807. p. 12. 13.
†††††) Nachträge, erstes Heft p. 2.

Ansichten bewogen *). Er beklagte sich (und zwar, wie meine Untersuchungen zeigen werden, sehr mit Recht) darüber, dass man ihm Verwechslung der Poren mit Körnern vorgeworfen habe. Neues Licht verbreitete er hingegen in dieser Schrift nicht über diesen Gegenstand, indem er nur seine früher schon geäusserten Ansichten wieder auseinandersetzt; blos darin findet sich ein Unterschied, dass er früher behauptet hatte, die Zellen seien in der Regel porös, in dieser Schrift hingegen angiebt, sie seien meistens nicht porös **); dieselben Ansichten spricht er auch in einzelnen Aufsätzen in den Memoires der Academie und seinen Élémens de botanique aus.

Pollini ***) konnte in den auf den Zellwandungen der Sonnenblume und anderer Pflanzen vorkommenden Puncten und Kreisen keine Oeffnungen sehen.

Nun trat Sprengel †) gegen die Existenz der Poren als der heftigste Gegner Mirbel's auf, und erklärte mit Link, dass nirgends in den Zellen Poren vorkommen.

In demselben Jahre mit Sprengel's Schrift, erschien Moldenhawer's, mit einer alle früheren Untersuchungen weit übertreffenden Gründlichkeit geschriebenes und mit den herrlichsten Zeichnungen ausgestattetes Werk ††). Dieser höchst genaue Beobachter erklärte, an den Zellen von Cycas revoluta, und bei Sambucus nigra Poren entdeckt zu haben. In den Zellen von Sphagnum obtusifolium, von denen er die trefflichsten Abbildungen gab, entdeckte er grosse Oeffnungen, und glaubte auch in den schon von Malpighi entdeckten eigenthümlichen Zellen der Zapfenbäume Oeffnungen zu finden.

So schien nun, wenigstens bei einzelnen Pflanzen, die Existenz der Poren aufs bestimmteste nachgewiesen; da erklärte sich Kieser †††) gegen die Annahme derselben; einem so trefflichen Beobachter konnte es hingegen nicht entgehen, dass ausser den Körnern, welche Mirbel für Poren gehalten haben sollte, noch eine die

---

*) Exposition et défense de ma théorie de l'organisation végétale. à la Haye. 1808.

**) l. c. p. 36. Notes justificatives p. 11.

***) Elementi di Botanica. 1810. Tom. I. p. 44.

†) Von dem Bau und der Natur der Gewächse. 1812. p. 94.

††) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen. 1812.

†††) Grundzüge der Anatomie der Pflanzen. p. 48. 76.

Zellwandung selbst betreffende Bildung vorhanden sei, welche das Aussehen von Poren oder Tüpfeln hat; diese hält er für kleine, beim Eintrocknen entstehende Falten; bei den Zapfenbäumen folgte er Moldenhawer, in Hinsicht auf die Annahme von Poren.

Aber auch hier erhob sich neuer Widerspruch, indem Link *) und Schulz **) auch diesen Gebilden die Poren absprechen.

Der Verfasser suchte nachzuweisen, dass im Marke von Banisteria auriculata, Asclepias carnosa, Rubus und Rosa poröse Zellen vorkommen ***).

Anatomische Untersuchung der für porös gehaltenen Zellen in den erwachsenen Pflanzen.

Unter allen Pflanzen, deren Zellgewebe von den Pflanzenanatomen Poren zugeschrieben wurden, zeichnet sich Cycas revoluta dadurch aus, dass die für Poren erklärten Stellen in den Zellen des Blattstieles von ungewöhnlicher Grösse, und daher zur Untersuchung ihrer wahren Beschaffenheit vorzüglich tauglich sind; daher beginne ich die Beschreibung meiner Beobachtungen über diesen Gegenstand mit Betrachtung der Zellen dieser Pflanze. Ehe ich jedoch den Erfund meiner Beobachtungen auseinandersetze, halte ich es für passend, die Ansichten der früheren Pflanzenanatomen darüber anzuführen.

L. C. Treviranus †) ist meines Wissens der erste, welcher des besonderen Baues dieser Zellen erwähnt, indem er dieselben auf folgende Weise beschreibt: „das Zellgewebe von Cycas revoluta hat das Merkwürdige, dass die Körner in den einzelnen Schläuchen von sehr ungleicher Grösse, und ihrer manche so gross sind, als ich sie sonst in keiner Pflanze wieder gesehen, wobei man augenscheinlich den Un-

*) Elem. philos. botan. p. 81.

**) Die Natur der lebenden Pflanze. p. 458.

***) l. c. p. 89.

†) Vom inwendigen Bau der Gewächse. 1806. p. 130.

grund der Mirbel'schen Meinung, dass es Poren des Zellgewebes seien, wahrnimmt." Er giebt auf Tab. II. fig. 27. 28. getreue Abbildungen von denselben.

Diese Meinung, dass die in Frage stehenden Stellen keine Poren seien, hat auch C. Sprengel *), welcher sie für Bläschen hält. Diese Bläschen sollen **) nicht aus Stärkmehl oder Harz bestehen, sondern organisirt und Anfänge von neuen Zellen sein, welche bei weiterer Entwicklung die Wände der sie enthaltenden Zellen zerreissen, und so neues Zellgewebe bilden; eine Hypothese, deren Ungrund schon von andern Anatomen hinlänglich erwiesen ist.

Der dritte, welcher für die Natur von Körnern stimmt, ist Link ***), der sich in folgenden Worten ausspricht: „vidi granula, quae mihi videbantur majora minoraque, illa oblonga haec subglobosa, nec nego illa similitudinem foraminum habuisse, haec vero minus. Particulae hujus contextus aqua coctae non mutabantur. At vidi saepe foraminula ista, quae putabantur, altero latere marginem circumscriptum habere, altero obliteratum, qui vero, speculo converso, restitueretur. Hinc patet alterum latus altero magis prominuisse et granulum fuisse, quod foramen credebatur. Non mirum granula ista aqua non soluta esse, cum in plantis variam habeant indolem chemicam."

Dieser Meinung gegenüber steht die von Moldenhawer †), welcher die Zellen von Cycas revoluta mit der ihm eigenen Gründlichkeit untersuchte und angiebt, dass dieselben neben verschiedenen Saftkügelchen einige sehr grosse, helle, durchaus flache Stellen besitzen, welche oft in die Quere oval, reihenweise geordnet, und beinahe gleich weit von einander entfernt sind, und ihren Platz nie verändern. Wenn man eine einzelne durch Maceration abgelöste Zelle trocknen lasse, so werden die Wandungen dunkler, und man sehe durch diese Stellen, wie durch ein Loch, hell und deutlich die untere Zellwand; das Ganze zeige sich wie die Spaltöffnungen, und undenkbar sei es, dass Niederschläge, Saftkügelchen oder dergleichen die dunkle Membran der Zellen an bestimmten Stellen durchsichtig machen können, so dass man auch nicht den Schein eines Häutchens wahrnehmen könne.

---

*) Von dem Bau und der Natur der Gewächse. 1812. p. 74.

**) l. c. p. 77.

***) Elementa philosoph. botanicae. 1824. p. 73.

†) Beiträge zur Anatomie der Pflanzen. 1812. p. 111. 112.

So verschieden lauten die Ansichten von vier der geübtesten Phytotomen über die Beschaffenheit dieser Zellen, von denen man doch auf den ersten Anblick glauben sollte, dass bei ihrer Grösse die Untersuchung ohne besondere Schwierigkeiten, und Täuschung leicht zu vermeiden sein werde.

Bringt man einen dünnen Querschnitt dieser Zellen unter das Microscop, so findet man, wie ich es Tab. I. Fig. 1. dargestellt habe, dass dieselben meist von bedeutender Grösse, nicht sehr dickwandig sind, und grosse Intercellulargänge zwischen sich haben. Die horizontalliegenden Scheidewände derselben sind mit grösseren und kleineren Flecken besetzt, von denen die grössern rundlich, oval, oft mehr in die Länge gezogen, an den Enden spitz zulaufend, zuweilen halbmondförmig, zuweilen unregelmässig eckig sind (a.), die kleinsten nur unter der Form von dunkeln Puncten erscheinen. Einen ähnlichen Anblick gewährt der Längeschnitt, nur sind hier diese Stellen meistens grösser, ihr längster Durchmesser hat meist eine horizontale Richtung, dabei stehen sie oft in Längereihen (Tab. I. Fig. 2.). Dass nun diese Stellen Körner sind, dagegen spricht, ausser den Gründen, welche Moldenhawer anführt, hauptsächlich der Umstand, dass man in den Zellen, deren obere und untere Wand weggeschnitten ist (Fig. 1. b.), wenn man auf die senkrecht stehende Wand der Zelle hinabsieht, an derselben durchaus keine Erhöhungen, keine an ihr festsitzende Kügelchen oder dgl. bemerkt, was im entgegengesetzten Falle nothwendiger Weise der Fall sein müsste.

Was dagegen die Ansicht Moldenhawer's, dass es Poren seien, betrifft, so ist zwar richtig, dass diese Stellen heller, und durchsichtiger, als der übrige Theil der Zellwandung sind, allein vergleicht man sie mit einem von keinem Object bedeckten Theile des Gesichtsfeldes, so wird man sie doch ein wenig dunkler als dieses finden; viel auffallender ist noch der Unterschied, wenn man sie getrocknet untersucht. Färbt man ferner diese Zellen mit Salpetersäure gelb, so nehmen auch diese Stellen eine leichte Färbung an. Geht endlich ein Schnitt oder Riss quer durch einen solchen Flecken durch (Fig. 2. a), so wird man über denselben eine sehr zarte Haut ausgespannt finden, deren Rand sehr deutlich zu erkennen ist. Dem Einwurfe nun, dass unerachtet des Vorhandenseins dieser Membran, diese Stellen doch Poren sein könnten, indem ja diese Haut der benachbarten Zelle angehören, und die Einrichtung statt finden könnte, dass nie die Poren der zwei aneinanderlie-

genden Zellen auf einander treffen würden, diesem Einwurfe begegnen folgende Umstände. Wenn die Zellen durch Maceration von einander getrennt sind, so kann man die feine, über die bezeichneten Stellen weggespannte, Membran ebenfalls bemerken, wenn ein Riss durch sie geht. Auch schon auf dem Querschnitte durch den frischen Blattstiel kann man sich eben davon überzeugen, ohne die langwierige Maceration nöthig zu haben. Die hellen Stellen finden sich nämlich nicht nur an den Stellen der Zellwandung, wo zwei nebeneinanderliegende Zellen verwachsen sind, sondern auch an den Stellen, die an einen Intercellulargang stossen, wo also die Zellwandung einfach ist. Schneidet man nun in einer zwischen der horizontalen und senkrechten liegenden Richtung eine dünne Schichte aus dem Blattstiele, und somit die senkrecht verlaufenden Intercellulargänge schief durch, wo es fast nie fehlen wird, dass man einige an die Intercellulargänge stossende Flecken durchschnitten hat, so ist es sehr leicht, auch hier wieder die über diese Stellen weggespannte Membran zu sehen.

So erhellt nun aus dem Angeführten auf eine unzweifelhafte Weise, dass diese Flecken weder Poren noch Körner sind, und dass in der Beschaffenheit der Membran der Zellwandung selbst der Grund des getüpfelten Aussehens liegen muss; und wirklich kann man auf einem mit einem sehr scharfen Messer möglichst dünn geführten Querschnitte, bei einer starken Vergrösserung, deutlich an den durchschnittenen senkrecht stehenden Zellwandungen bemerken, wie an den Stellen, wo der Schnitt durch einen solchen Flecken geht, der Durchmesser der Zellwand plötzlich abnimmt, so dass man die Membran nur als einen feinen schwarzen Strich sieht, während man an den übrigen Stellen die Durchschnittsfläche von einer gar wohl sichtbaren Breite antrifft; somit sind diese Flecken verdünnte Stellen der Zellwandung selbst, womit auch ihre grössere Durchsichtigkeit wohl übereinstimmt.

Beinahe noch deutlicher spricht sich dieser Bau in den Zellen aus, welche den Gefässbündel im Blattnerven dieser Pflanze umgeben (Tab. I. Fig. 3.), hier sind nämlich die verdünnten Stellen im Verhältniss zur Grösse der Zellen ungemein gross, so dass der dickere Theil der Zellwandung nur noch das Aussehen von Fasern hat, welche auf der Zelle in Gestalt eines Netzes liegen (Fig. 3. a. a.).

Auch in den Zellen, welche die Blätter dieser Pflanze bilden, treffen wir dieselbe Bildung, jedoch ist sie hier schon viel schwerer zu erkennen (Tab. I. Fig. 4.).

Die Blattsubstanz besteht nur aus Zellen, ohne jede Spur von Gefässen. Die Epidermis der oberen (a.) und unteren (b.) Blattfläche besteht aus dickwandigen Zellen, die von der Fläche angesehen (Fig. 5.) mit Puncten besetzt erscheinen, und auf den Durchschnittsflächen (Fig. 4. a. b.), sowohl auf der nach aussen liegenden Wandung, als auch an den Seitenwandungen, tiefe Einschnitte in die Zellwandung selbst zeigen, wodurch diese ein kamm- oder sägenartiges Aussehn erhält. Es sind also die in Fig. 5. als Puncte erscheinende Stellen auch hier wieder verdünnte Stellen der Zellwandung *). Unter der Epidermis liegt eine Lage von rundlichen Zellen (e. f.), welche dasselbe netzförmige Aussehen haben, wie die den Blattnerven umgebenden. Unter diesen liegt auf der obern Seite der Blätter eine Lage von, auf die Fläche des Blatts senkrecht gestellten, verlängerten Zellen (g); die Mitte des Blatts wird von langgestreckten Zellen gebildet, welche eine auf den Blattnerven senkrecht stehende Richtung haben, nicht alle in eine Masse verbunden sind, sondern in von einander abstehende, auf die Blattfläche und den Blattnerven senkrecht gestellte, Scheidewände vertheilt sind. Diese Zellen gehen in die, in Fig. 3. abgebildeten, Zellen allmählig über, haben aber ihr netzförmiges Aussehen verloren, und zeigen die verdünnten Stellen nur als einzelne zerstreut liegende kleine Puncte und Flecken (h.).

Ganz dieselbe Bildung scheint, nach einer Abbildung von Sprengel (Linnaei philosophia botanica edit. Sprengel. Tab. IX. Fig. 25.) zu urtheilen, bei Cycas circinalis vorzukommen.

So verschieden auch auf den ersten Anblick die Beschaffenheit dieser Zellen von der beim gewöhnlichen Zellgewebe vorkommenden Bildung zu sein scheint, so werden doch die folgenden Untersuchungen zeigen, dass dieser Bau dem Zellgewebe sehr vieler Pflanzen zukomme.

---

*) Bei dieser Gelegenheit möchte ich auch auf die Spaltöffnungen dieser Pflanze aufmerksam machen; diese finden sich nur auf der untern Fläche der Blätter (Fig. 4. c. d.), und sind von einer solchen Grösse, wie ich sie sonst noch nie sah. Die sie umgebenden Epidermiszellen sind in einen Hügel erhoben, und umschliessen so eine ziemlich geräumige Höhle, die durch eine grosse runde Oeffnung mit der äussern Luft in Verbindung steht; bei dieser Pflanze möchte wohl niemand läugnen, dass die Spaltöffnungen wirkliche Poren sind.

Betrachtet man einen Querschnitt vom Erythrina Corallodendrum, wovon Tab. I. Fig. 8. einen Theil des innersten Holzringes und des Markes darstellt, so wird man von der Aehnlichkeit, welche die an das Holz stossenden Markzellen (a.) mit den Zellen im Blattstiele von Cycas revoluta zeigen, überrascht sein. Aber nicht im ganzen Umkreis des Markes, und oft erst nach Untersuchung vieler Querschnitte, wird man Zellen finden, welche, wie die in Fig. 6. dargestellten, das vollkommen netzförmige Aussehen der Zellen vom Cycas zeigen, meist sieht man nur, wie in Fig. 8., die Zellen mit mehr oder weniger grossen Puncten und Flecken besetzt.

Diese Zellen gleichen in jeder Rücksicht vollkommen denen von Cycas, weshalb ich eine nähere Beschreibung für unnöthig halte. Die den übrigen Theil des Markes bildenden Zellen haben die gewöhnliche Bildung, glatte Wände, und nur zum Theile leise Andeutungen von solchen Puncten. Die Zellen hingegen, welche die Markstrahlen bilden (b. b.), sind eine unmittelbare Fortsetzung dieser getüpfelten Markzellen, und besitzen ebenfalls solche dünnere Stellen in grosser Menge. Um diesen Bau deutlich erkennen zu können, muss man durch Kochen im Wasser die Amylumkörner, welche in den Zellen der Markstrahlen und in den äussersten Markzellen in grosser Menge vorhanden sind, auflösen.

Der Holzkörper dieser Pflanze besteht aus einzelnen Bündeln von dickwandigen Röhren (c.), welche bei den übrigen Gewächsen den Holzkörper bilden, und aus dünnwandigen, etwas in die Länge gestreckten Zellen (d.), welche mit denen der Markstrahlen die grösste Aehnlichkeit haben, und sich von ihnen nur durch grössere Länge, und durch den Umstand auszeichnen, dass die auf ihnen vorkommenden dünnen Stellen viel undeutlicher, als auf den Markstrahlen, zu sehen sind, so dass man oft dieselben nur beim Hin- und Herdrehen des Spiegels sieht. Eine deutlichere Vorstellung, als der Querschnitt, giebt der parallel mit der Rinde geführte Längenschnitt Fig. 7, wo a. eine durchschnittne Markstrahle, b. die Holzzellen vorstellt.

Weniger deutlich, doch immer noch leicht zu erkennen, treffen wir bei Sambucus nigra dieselbe Bildung. Hier sind die verdünnten Stellen nicht mehr von einer solchen Grösse, und in zu geringer Anzahl vorhanden, als dass sie, wie bei Cycas und Erythrina, den Zellen ein netzartiges Aussehen geben, sondern die grössten bilden nur kleine durchsichtige Kreise, und die kleineren erscheinen unter der Form von dunklen Puncten (Tab. II. Fig. 10. a.). Auch hier finden wir, wie bei Cycas, die ver-

dünnten Stellen (ich werde mich nach Analogie der getüpfelten Gefässe für diese Bildung künftig des Ausdrucks *Tüpfel* bedienen) an den horizontalen Scheidewänden (Fig. 10.) kleiner, als an den Seitenwandungen der Zellen (Fig. 11.). Deutlich zeigen auch die Markstrahlen (b.), diesen Bau.

Schon Moldenhawer *) hat diese Puncte mit den hellen Stellen von Cycas verglichen, und sie ebenfalls, wie jene, für Poren erklärt. Link **) hält sie, wie die Tüpfel von Cycas, für Körner, und setzt bei, sie gleichen Poren viel weniger, als die Körner von Cycas. Ich kann sie aus denselben Gründen, die ich bei Cycas angegeben habe, weder für Poren, noch für Körner, sondern nur für verdünnte Stellen der Zellwandung halten.

Mit grösserer Deutlichkeit als bei Sambucus lassen sich wieder die Tüpfel als verdünnte Stellen im Marke von Ephedra distachya (Tab. III. Fig. 21.) erkennen, doch erreichen sie auch hier keine solche Grösse, dass die Zellen ein netzartiges Aussehen dadurch erhalten. Dieses hingegen ist im höchsten Grade der Fall bei einzelnen Zellen, welche in geringer Anzahl und ohne Ordnung im Marke von Rubus odoratus zerstreut vorkommen. Auf den Wandungen derselben (Tab. I. Fig. 9. a.) zeigt sich ein enges Netz von durchsichtigen Fasern, mit in die Länge gezogenen Maschen. In manchen Fällen bilden diese Fasern weniger die Form eines Netzes, als krumme parallel mit einander laufende Linien, wodurch dann die Zellwandung ein ähnliches Aussehen erhält, wie die Epidermis auf der Volarfläche der Finger. Die übrigen Markzellen (b.) zeigen die gewöhnlichen kleineren Tüpfel.

Aehnliche Tüpfel, wie bei Sambucus, doch weniger deutlich, finden sich in der Rebe. Tab. II. Fig. 12. stellt den Querschnitt durch die Stelle vor, wo das Mark in eine Markstrahle übergeht; auch hier sind die äussersten Markzellen, und die Zellen der Markstrahlen (a.) getüpfelt. Die Tüpfel sind meistens sehr klein, und stellen daher nur dunkle Punkte, und nur selten hellere Kreise dar, wohl aber sieht man den grösseren Theil derselben als durchsichtigere Kreise auf den Seitenwandungen der Zellen, wie in Fig. 13, welche einen nahe am Holze, parallel mit demselben geführten, Längeschnitt darstellt. Einen ferneren Beweis für die

*) S. c. p. 113.

**) l. c. p. 74.

Natur dieser Punkte giebt der Umstand, dass man auf dem Querschnitte der Markstrahlen, und der in sie übergehenden Markzellen (wo die Zellwandungen eine solche Dicke haben, dass man ihre Durchschnittsfläche nicht als eine schwarze Linie, sondern als eine Fläche sieht), diese Vertiefungen als schwarze Linien in der Substanz der Zellwandung sieht (Fig. 12.).

Die Rebe ist auch eine der wenigen Pflanzen, von denen Mirbel namentlich anführt, dass ihre Zellen porös seien. Aus seinen Zeichnungen und Beschreibungen *) erhellt, dass er die von mir für verdünnte Stellen angesehene Puncte für Poren nahm. Hier zeichnet er auch diese sogenannten Poren nicht mit einem Ringe umgeben ab, wie es seine früheren idealen Zeichnungen (z. B. in Traité Tom. I. fig. 2. 4.) darstellen.

Diesen hier aus der Rebe abgebildeten und beschriebenen Bau fand ich bei allen Hölzern, die ich bis jetzt untersuchte, z. B. bei dem Wallnussbaum, (hier besonders deutlich), beim Ahorn, bei der Eiche, Erle, Buche, Weide, Syringe u. a., und ich will nur noch aus dem Sassafrasholze das Getüpfeltsein der Markstrahlen durch Abbildung eines Querschnittes (Fig. 15.) und eines Längeschnittes (Fig. 14.) zeigen.

Unter die Pflanzen, denen von einigen Anatomen Poren zugeschrieben wurden, gehören ferner die Tannen. Moldenhawer ist meines Wissens der erste, der in den schon von Malpighi **) bemerkten und für rundliche Geschwülste erklärten Stellen, (worinn ihm später Treviranus ***) folgte), welche den Holzzellen der Zapfenbäume ein so eigenthümliches Aussehen geben, Oeffnungen zu bemerken glaubte †). Schon Leeuwenhoek ††) hatte in der Mitte dieser Kreise, den innern Ring und die grössere Helligkeit des von ihm eingeschlossenen Raumes bemerkt, er hielt aber die ganze Bildung für Kügelchen von Harz in der Höhlung

---

*) Élémens de Physiol. etc. 1815. Tab. XII. Fig. I. A. B. C. I. Explication des planches; planche 12.

**) Opera omnia Lond. fol. p. 10. fig. 25.

***) Vom Bau u. s. w. p. 159. 160.

†) l. c. p. 288 — 291.

††) Arcana naturae. Lugd. Batav. 1722. p. 293.

der Zellen. Den umgebenden Ring erklärte MOLDENHAWER für eine Erhebung der Wand des Gefässes. KIESER *) nimmt ebenfalls Oeffnungen an, ich gestehe aber seine Ansicht über den Bau dieser Poren durchaus nicht zu verstehen, er sagt nämlich in §. 341: „Auf einem parallel mit Mark und Rinde geführten Verticalschnitte sieht man bei den grössern Tannenhölzern da, wo sich Poren befinden, die getrennte doppelte Membran der Zellen, und die dazwischen liegenden quergeschnittenen Poren als kleine dunkle verticale länglich-ovale Körper. Die Poren liegen also *auf der Membran* der Zellen, und nicht in derselben, auch ist die runde Oeffnung der Mittelpuncte *nicht erhaben.*" SPRENGEL **) nimmt ebenfalls mit scheinbar erhabenem Rande versehene Oeffnungen an, und giebt auch in Fig. 37. und 38. reinliche Abbildungen davon, welche aber den vortrefflichen Abbildungen MOLDENHAWER's und KIESER's in mancher Rücksicht weit nachstehen.

Meine mit möglichster Sorgfalt angestellten Untersuchungen des Tannenholzes gaben mir folgendes Resultat: wie KIESER angegeben hat, treten an den für Poren erklärten Stellen die Zellwandungen auseinander, wodurch eine (jedoch sehr geringe) Protuberanz in die Höhle der Zelle gebildet wird. Eine Protuberanz nach aussen, wie sie MOLDENHAWER annimmt, ist gar nicht möglich, da die Holzzellen der Tannen, wie die der übrigen Holzarten, enge mit einander verbunden sind. Dieses Auseinandertreten der Zellwandungen hat nur innerhalb eines genau begrenzten Kreises Statt, wodurch, wenn man die Zelle von der Fläche ansieht, der die sogenannte Pore umgebende Hof gebildet wird; man kann dieses sowohl auf dem Querschnitte (Tab. II. Fig. 16.), als auf dem Längeschnitte beobachten. In der Mitte dieses Kreises nun verdünnt sich die Zellwandung plötzlich so, dass nur eine äusserst feine Membran übrig bleibt, und diese verdünnte Stelle bildet nun den von MOLDENHAWER und KIESER für eine Oeffnung gehaltenen inneren Kreis. Das Dasein dieser verdünnten Membran ist wegen ihrer ungemein grossen Zartheit und Durchsichtigkeit nur äusserst schwierig zu erkennen. Auf dem Querschnitte (Fig. 16.), oder auf dem Längeschnitte sieht man zwar wohl, wie die dicke Membran

*) Grundzüge p. 142 — 145. Leider hatte ich noch keine Gelegenheit, KIESER's Memoire sur l'organisation des plantes zu sehen.

**) Anleitung. 2te Ausgabe. Tom 1. p. 72.

der Zellwandung plötzlich unterbrochen ist, allein die feine Membran der Zellwandung entgeht dem Auge; die Abbildung von Kieser l. c. Tab. V. Fig. 46. ist in so ferne nicht genau, als sie die plötzliche Verdünnung der Zellwandung nicht darstellt. Von der Fläche aus angesehen, lässt es sich ohnehin nicht entscheiden, ob der innere Kreis eine Oeffnung ist oder nicht; er ist zwar ganz hell und durchsichtig, es ist aber jedem Pflanzenanatomen bekannt, dass eine ganz dünne Membran so durchsichtig sein kann, dass ihr Dasein nur zu bemerken ist, wenn man ihren freien Rand sieht. Dagegen wird es durch folgendes Verfahren gelingen, sich von der Existenz dieser Membran zu überzeugen. Wenn man von der Seite der Markstrahlen aus, aus einem Stücke trockenen Tannenholzes, schief aufwärts, ungefähr in einem Winkel von 45° gegen die Achse der Zellen, sehr dünne Schichten ausschneidet, so wird man häufig eine oder die andere Pore gerade in der Mitte durchschneiden. Nun wird man bei günstiger Beleuchtung bemerken, dass eine äusserst zarte Membran über den innern Kreis weggespannt ist; sie ist so durchsichtig, dass sie kaum etwas dunkler als das freie Gesichtsfeld des Microscops erscheint, ihren freien Rand hingegen sieht man als eine ganz zarte schwarze Linie. So leicht nun dieses Verfahren scheint, so muss ich doch bemerken, dass es viel Zeit und ungemeine Geduld erfordert, bis man so weit kommt, dass man diese Membran vollkommen deutlich sieht, und man keinen Zweifel über ihre Existenz mehr hat. Es scheint nämlich, dass auch das schärfste Messer diese Haut häufig, statt sie zu durchschneiden, von ihrer festern Umgebung losreisst, so dass man dann verleitet werden kann, die Existenz von wirklichen Poren anzunehmen. Lässt man es sich hingegen nicht verdriessen, Stundenlang in vielen Abschnitten, Zelle für Zelle, und Pore für Pore zu betrachten, so wird man gewiss da und dort die Membran vollkommen klar und deutlich sehen. Es lässt sich auch, jedoch auf eine weniger überzeugende Weise, die Existenz dieser Haut auf folgende Art nachweisen. Wenn man parallel mit den Markstrahlen einen sehr dünnen Längeschnitt aus dem Holze macht, und diesen quer durch in viele kleine Stückchen schneidet, so wird man ebenfalls, wo man durch diese letzten Schnitte eine sogenannte Pore in der Mitte durchschnitt, die Membran sehen.

Die kleine Protuberanz, welche das Auseinandertreten der Zellwandungen in

die Höhle dieser Holzzellen bildet, mag Veranlassung gegeben haben, dass Malpighi und Treviranus glaubten, es liegen Körner zwischen den Holzzellen. Die Abbildungen von Malpighi sind roh, und offenbar unrichtig, die von Treviranus nach einer zu schwachen Vergrösserung gezeichnet. Wenn die Vergrösserung so schwach ist, dass man die Durchschnittsfläche der Zellwandungen nicht als eine Fläche von ziemlicher Breite sieht, so ist es rein unmöglich, den Bau dieser Theile zu erkennen.

Es erhellt aus dieser Beschreibung, was von der Ansicht von Schulz *) zu halten ist, welcher diese sogenannten Poren für Stücke von den, an die Holzzellen fest angewachsenen, Markstrahlen hält, und dieses (auf Tab. III. Fig. 7.) durch eine unrichtig gezeichnete Abbildung zu erläutern sucht. Abgesehen davon, dass nach dieser Ansicht die ganz regelmässige runde Form und die gleiche Grösse (welche Eigenschaften freilich Schulz, wiewohl sehr mit Unrecht, läugnet) aller dieser sogenannten Poren, und ihrer Höfe unerklärlich wäre, abgesehen davon, dass dann nur die Existenz des einen Kreises, und nicht auch die des andern erklärt wäre, so zeigt sich diese Vorstellung in ihrer völligen Nichtigkeit, sobald man einen Querschnitt, und besonders, sobald man einen schiefen Abschnitt betrachtet, denn hier sieht man auf das allerdeutlichste, (was ja auch schon früher aus Moldenhawer's und Kieser's Untersuchungen bekannt war), dass an diesen Stellen gar keine Markstrahlen sind. (Vgl. Tab. II. Fig. 16., wo b. eine Markstrahle bezeichnet.)

Link **) ist ebenfalls nicht der Meinung, dass diese sogenannten Poren etwas die Wandung der Holzzellen selbst betreffendes seien, sondern glaubt, es seien kugliche Zellen, welche auf den Holzzellen aufliegen, und mit einer klümperigen Masse erfüllt seien, und giebt davon auf Tab. I. Fig. 4. 5. 5*. 7. Tab. II. Fig. 12. Abbildungen aus Pinus Strobus. Ich kann nach wiederholten Untersuchungen dieser Pflanze weder die Abbildungen, noch die Ansicht, dass es mit körniger Masse erfüllte Zellen seien, für richtig halten. Ich finde in Pinus Strobus die sogenannten Poren ganz von derselben Bildung, wie im Tannenholz, und wie sie auch Moldenhawer in der 2ten Figur seiner 6ten Tafel abbildete, nur finde ich, wenigstens

*) Die Natur der lebend. Pflanze. T. I. p. 458.

**) Element. phil. bot. p. 80. 81.

in 1 und 2jährigen Aesten (an welchen Link seine Untersuchungen auch anstellte), den Hof so gross, dass er die ganze Breite der Zellwandung einnimmt, und daher leichter übersehen wird, als bei unserem Tannenholze, und dieses scheint, nach Link's Zeichnungen zu urtheilen, von ihm geschehen zu sein, denn er zeichnet die Ringe einfach, und so klein (Tab. I. Fig. 5.), dass es offenbar ist, dass er nur den innern kleinen Kreis, der viel leichter zu sehen ist, als der äussere, vor sich hatte. Was die körnige Masse betrifft, von der Link spricht, so stellt er dieselbe nicht in seinen Zeichnungen dar, sondern nur in einzelnen dieser Kreise in der Mitte einen kleinen schwarzen Punct, und in einigen einen Strich. Diese schwarze Puncte sah ich ebenfalls, sowohl in der Tanne, als in Pinus Strobus, ich muss sie aber für eine optische Täuschung erklären. Wenn man nämlich bei einer etwas starken Vergrösserung eine, von einem dunklen Kreise umgebene, durchsichtige kleine Stelle, wie gerade diese Poren sind, oder ein Amylumkorn, oder auf dem Querschnitt durch ein sehr compactes, aus dünnen Holzzellen gebildetes Holz, eine Holzzelle von sehr geringem Durchmesser betrachtet, und den Gegenstand der Objectivlinse des Microscops etwas zu nahe bringt, so sieht man in der Mitte einen schwarzen Punct, oder wenn die durchsichtige Stelle nicht rund, sondern oval ist, einen schwarzen Strich. Dieselbe Täuschung kommt auch bei den Spiralfasern vor, wo man dadurch verleitet werden könnte, zu glauben, man sehe einen feinen Canal in denselben. Diese Täuschung zeigt nun hier einen schwarzen Punct in der sogenannten Pore, eine körnige Masse hingegen sah ich nie an diesen Stellen. Link's Annahme, dass die sogenannten Poren Zellen seien, erklärt auch nicht das constante Vorkommen des doppelten Ringes, man könnte zwar diesen erklären durch die Annahme, dass um die runde Zelle, welche den inneren Kreis bilden würde, ein ringförmiger Intercellulargang verlaufe (ungefähr wie im Auge um die Crystalllinse der Petit'sche Canal), wodurch der Hof gebildet würde, allein der Querschnitt wiederlegt eine solche Annahme völlig, und gerade das hat Link versäumt, die Existenz dieser Zellen auf diese Art nachzuweisen. So lange man diese und ähnliche Bildungen nur von der Fläche der Zellen aus betrachtet, kann man nie entscheiden, ob es Poren, oder Körner, oder verdünnte Stellen der Zellwandungen sind, nie hingegen kann darüber ein Zweifel bleiben nach gehöriger Untersuchung von Querschnitten. In der 5ten Figur Link's ist ein quer über die Holzzellen weglaufender Streifen von unregelmäs-

sig zusammenhäuften Zellen abgebildet, welche ganz dasselbe Aussehen haben, wie die auf den Zellen der Länge nach zerstreuten. Dieser Querstreifen kann wohl nichts anders darstellen, als die Zellen einer Markstrahle, aber auch hier bin ich genöthigt, die Richtigkeit der Zeichnung in Zweifel zu ziehen. Es ist zwar vollkommen richtig, dass in dieser Pflanze die Zellen der Markstrahlen eine mehr rundliche Form haben; sie haben aber einen grösseren Durchmesser, als die in dieser Zeichnung dargestellten, indem derselbe ungefähr der Breite der Holzzellen gleich kommt. Daher kommt es auch, dass man auf dem Querschnitte die Markstrahlen nicht wohl erkennen kann. Wo nun diese Zellen an den Holzzellen anliegen, erscheinen dann Ringe von der Grösse des Hofes um die sogenannten Poren, die mehr oder weniger rund sind, und die Moldenhawer *) als Löcher abbildete, was sie gewiss nicht sind. Da ihnen in der Mitte der kleinere Kreis fehlt, so unterscheiden sie sich sehr wesentlich und auffallend von den sogenannten Poren, und gehören nicht, wie man aus der angeführten Zeichnung von Link schliessen könnte, zu derselben Bildung.

Derselben Bau, wie im Tannenholze, findet sich, wie auch Kieser bemerkt, auch bei Ginkgo biloba, nur ist hier derselbe um vieles schwieriger zu untersuchen, da die Tüpfel bedeutend kleiner sind, und ihr Hof ungefähr nur die Grösse des inneren Kreises in den Tüpfeln des Tannenholzes hat, und etwa von derselben Grösse ist, wie bei Juniperus Sabina; daher unterliegt es vielen Schwierigkeiten, die zarte Membran auf dieselbe Weise, wie ich es bei dem Tannenholze nachwies, aufzufinden, doch ist es mir gelungen.

Auch bei Ephedra monostachya und distachya findet sich ganz das nämliche. Die mit grossen Oeffnungen besetzten Röhren (Kieser p. 147. Fig. 51. a. b.) übergehe ich hier, weil ich glaube, dass sie zum Gefässsystem zu rechnen sind. Die Holzzellen hingegen besitzen dieselben mit einem Hof umgebenen Tüpfel (Kieser zeichnet sie ohne Hof) wie die Tannen, jedoch nicht nur auf der gegen die Markstrahlen gerichteten Seite der Holzzellen, sondern auch auf der gegen Rinde und Mark gekehrten.

Die Behauptung Kieser's **), dass auch Viscum album den Bau der Zapfenbäu-

*) l. c. Tab. VI. Fig. 3.

**) l. c. p. 147. 148.

me besitze, indem es aus porösen Zellen bestehe, welche die Stelle der Spiralgefässe vertreten, finde ich durch die folgenden Beobachtungen nur halb bestätigt. Die 17te Figur stellt den Querschnitt durch einen Theil des Markes und den innersten Theil eines der 8 Holzbündel dieser Pflanze aus einem zweijährigen Aste dar. Die Markzellen (a.) sind sehr dickwandig, und mit kleinen, theils dunkeln, theils, wenn sie grösser sind, durchsichtigern Puncten und Strichen besetzt; diese rühren, wie man auf dem Querschnitte sieht, auch hier von verdünnten Stellen der Zellwandungen her; nie ist die ganze Dicke der Zellwandung durchbohrt, sondern die äusserste Lamelle ist vollständig, wenn auch von 2 aneinanderliegenden Zellen zwei solcher Vertiefungen einander gerade gegenüber liegen, was sehr häufig der Fall ist, wie auch beim Tannenholze beständig zwei sogenannte Poren einander gerade gegenüber liegen. Diese ganze Bildung erscheint noch deutlicher im Längenschnitt (Fig. 18.), wo das durch die Vertiefungen erzeugte kammartige Aussehen der durchschnittenen Zellwände (a.) sehr deutlich erscheint. Kieser *) hat die durchschnittnen Membranen der Markzellen ganzrandig gezeichnet, und erwähnt überhaupt der Tüpfel auf denselben nicht, so viel ich aber auch diese Zellen untersuchte, so finde ich doch diese Bildung ganz constant.

Das Holz dieser Pflanze besteht, wie das von Erythrina Corallodendrum, aus zweierlei verschiedenen, zum Zellsystem gehörigen, Bildungen, von denen die eine aus sehr dickwandigen, nicht getüpfelten Röhren besteht (Fig. 17. b. Fig. 19. d. Fig. 20. b.), diese bilden theils den innersten, am Marke liegenden Theil des Holzkörpers (Fig. 17.), theils einzelne, im übrigen Holze (Fig. 19. b. b.) ohne Ordnung zerstreut liegende Bündel (Fig. 19. d. d.), welche häufig unmittelbar an die Markstrahlen (Fig. 19. a. a.) anstossen. Der grössere Theil des Holzkörpers aber besteht aus einer Masse von dickwandigen Zellen, welche ziemlich regelmässig in Linien gestellt sind, die von der Peripherie gegen das Centrum des Stammes hinlaufen, und deren Wände mit denselben Vertiefungen besetzt sind, wie die Zellen des Markes (Fig. 20. c. c.). Auf dem Querschnitte lassen sich diese von den nicht getüpfelten Röhren durch ihre dünneren Wandungen, durch die grössere Weite ihrer Höhlung, und durch die in ihrer Substanz sichtbaren Vertiefungen unterscheiden. Diese Zellen

*) l. c. Tab. V. Fig. 50. a. b.

sind es allein, welche Kieser in Viscum album gesehen und für porös gehalten hat, wenigstens erwähnt er der nicht getüpfelten weder in der Beschreibung, noch bildet er dieselben ab.

Die Markstrahlen (Fig. 17. d. Fig. 19. 20. a. a.) dieser Pflanze stimmen in ihrem Baue vollkommen mit den Markzellen überein.

Nicht leicht eignet sich eine Pflanze so gut, als Viscum album, dazu, um die verdünnten Stellen in den Membranen als solche zu erkennen, da die Zellwandungen sehr dick, und die Tüpfel gross sind.

Einen sehr ähnlichen Bau, wie Viscum album, zeigen auch die Holzzellen des Eichenholzes, nur sind die Tüpfel bei diesem nicht so deutlich ausgesprochen. Dieselben stehen nicht nur, wie bei den Tannen, auf den, gegen die Markstrahlen gerichteten, Seiten der Holzzellen, sondern auch auf den gegen Rinde und Mark gerichteten, wozu Ephedra schon den Uebergang macht. Die Tüpfel des Eichenholzes sind (wie Fig. 22. auf einem parallel mit der Rinde geführten Längeschnitte bei a. a. zeigt) sehr klein, noch bedeutend kleiner, als bei Salisburia Ginkgo. Umgeben sind sie mit einem schmalen Hofe. Auf den durchschnittenen Zellwandungen (b. b.) sieht man, dass der Bau dieser Tüpfel derselbe ist, wie bei den Tannen. Man sieht nämlich die Zellwandungen auseinandertreten, und auf jeder Seite gegen die Zellenhöhle hin einen schwarzen Strich. Dass es keine die Zellwandung völlig durchbrechende Pore sei, sieht man von der Fläche aus sehr deutlich. Denselben Anblick, wie auf dem Längeschnitt, geben die durchschnittenen Poren auch auf dem Querschnitte (Fig. 23. b. b.). Ausser diesen getüpfelten Zellen, welche die Hauptmasse des Holzes bilden, finden sich auch noch andere, nicht getüpfelte, oder vielmehr mit äusserst wenigen Tüpfeln versehene, Holzzellen, welche viel dickwandiger sind, als die getüpfelten, also ganz wie bei Viscum. Die aus den nicht getüpfelten Zellen gebildeten Theile des Holzes zeigen, wenn man von einem Stücke alten trockenen Eichenholzes mit einem sehr scharfen Messer einen Querschnitt wegnahm, eine viel dunklere braune Farbe, als der aus den getüpfelten Zellen gebildete Theil des Holzes; diese nicht getüpfelte Zellen sind so vertheilt, dass sie in jedem Jahrringe an der äusseren Seite der grossen Gefässe einen Kreis bilden, welcher viele kleine Fortsätze gegen die Peripherie hin in das Holz des Jahrringes hineinschickt.

Dieser Bau des Eichenholzes wurde schon von MOLDENHAWER *) bemerkt, welcher sagt, die grossen Gefässe seien von Zellen umgeben, und bilden so den inneren Theil des Holzringes, auf diese innere Schicht folge eine dichtere und festere, welche aus Baströhren bestehe, und in welche sich noch einige, streifenweise gestellte, Spiralgefässe erstrecken, welche ebenfalls mit den erwähnten Zellen umgeben seien. Diese Zellen sollen **) sphärische, eiförmige, oder cylindrische, gerade übereinandergestellte Zellen sein, und müssen mit den Mark- und Rinden-Zellen zu einem Systeme gerechnet werden. Diese Form der Zellen finde ich aber nur in den nächsten Umgebungen der grossen Gefässe, an allen anderen Stellen finde ich nur die in Fig. 23. a. a. dargestellte Form. Die Tüpfel übersah MOLDENHAWER gänzlich, und seine Angabe der Stellung dieser Zellen ist auch insofern nicht ganz genau, als er die äussere Schichte des Holzringes, als aus den nichtgetüpfelten Baströhren bestehend, angiebt, während sie gerade aus den getüpfelten Zellen besteht, wie die innere, und die nicht getüpfelten nur in der Mitte des Holzringes einen unterbrochenen Kreis bilden. Auf dem Querschnitte (Fig. 22.) unterscheiden sich die getüpfelten Zellen (b.) von den nicht getüpfelten (c.) sogleich durch ihr grösseres Lumen, und ihre dünneren Wandungen. Die Markstrahlen (a.) sind, wie bei den übrigen Hölzern, getüpfelt.

Aus denselben getüpfelten Holzzellen, wie das Eichenholz, besteht das Holz des Acer campestre (Fig. 24.), ohne jedoch die nicht getüpfelten Röhren zu besitzen.

Aehnliche Tüpfel finden wir auch auf den Holzzellen vom Nussbaum, vom Sassafrasholz, doch bei diesem in sehr geringer Anzahl, und sehr klein, von Rubus odoratus, tomentosus, von Rosa canina, von der Rebe, von der Syringe, von den Euphorbien, doch hier äusserst klein, von Banisteria auriculata u. a.

Am auffallendsten erscheinen die Tüpfel auf den Holzzellen der Asclepiadeen, daher schrieb ihnen auch MIRBEL ***) bei Periploca graeca, bei Asclepias syriaca Poren zu, und glaubt, dass durch dieselben die hier fehlenden Markstrahlen, in Hinsicht auf Leitung der Flüssigkeiten, ersetzt werden. Von diesen Tüpfeln habe

---

*) l. c. p. 23.

**) l. c. p. 20—22.

***) Exposit. et défence. p. 218. p. 234. Tab. III. Fig. 22. i.

ich einige Abbildungen in meiner Schrift über Ranken und Schlingpflanzen aus Cynanchum acuminatum Mart. und Asclepias carnosa gegeben *). Ich hatte daselbst nach Mirbel's und Medicus Vorgange angegeben, dass diesen Pflanzen, wie auch Periploca graeca, die Markstrahlen fehlen; neuere Untersuchungen zeigten mir hingegen, dass dieselben allerdings vorhanden, aber wegen der Aehnlichkeit ihrer Zellen mit den Holzzellen schwer zu erkennen sind. Was die Tüpfel der Holzzellen betrifft, so kann ich sie nicht mit Mirbel für Löcher ansehen, denn auf dem Längeschnitte erscheinen sie deutlich nicht als solche. Auf dem Querschnitte wird es deutlich, dass es blosse Vertiefungen in der Zellwandung sind, wie bei Viscum u. s. w. Da bei diesen Tüpfeln die Wandungen der aneinanderliegenden Zellen nicht auseinandertreten, so fehlt ihnen der Hof.

Eine ebenfalls hierher gehörige, sehr merkwürdige Bildung findet sich im Marke von Asclepias carnosa. Obgleich ich schon früher **) eine Beschreibung und Abbildungen davon gegeben habe, so halte ich es doch für zweckmässig, diese Zellen hier noch einmal zu betrachten, da spätere Untersuchungen meine Ansicht über sie etwas geändert haben. In einem vorjährigen Aste dieser Pflanze zeigen die mittleren Markzellen (Fig. 28. 29. f.) ungemein dicke Wände, so dass bei einzelnen die Höhle beinahe verschwunden ist. Beim Durchschneiden findet man, dass diese Zellen eine bedeutende Härte besitzen, sie sind gelblich gefärbt, durchscheinend, von der Fläche angesehen zeigen sie theils dunkle Puncte, theils kleine helle Kreise, auf den Durchschnittsflächen schwarze Striche, welche nach innen zu breiter werdend mit einer trichterförmigen Mündung sich in die Höhlung der Zelle öffnen. Häufig, doch nicht immer, stossen diese Striche von zwei an einanderliegenden Zellen aufeinander. Dass dieselben dünne, die Zellwandung durchsetzende Canäle sind, ist unläugbar, ich beschrieb sie daher auch als Poren, und glaubte in diesen Zellen einen unumstösslichen Beweis für die Existenz derselben gefunden zu haben. Später hingegen, nachdem ich meine Untersuchungen an Viscum, Cycas u. s. w. angestellt hatte, und immer, statt Poren, nur Verdünnung der Zellwandungen fand, schien mir die Analogie mehr dafür zu sprechen, dass es auch nur verdünnte Stellen

*) Tab. VII. Fig. 4. Tab. XIII. Fig. 2. p. 98. 99.

**) Ueber Ranken u. s. w. p. 89. Tab. XIII. Fig. 1. 2.

sein möchten. Ich wiederholte meine Untersuchungen, konnte aber doch nie eine nicht durchbrochene Lamelle an diesen Zellen entdecken. In so ferne kann es zweifelhaft scheinen, ob es nicht wirkliche Poren sind, die weiter unten auseinandergesetzte Entwicklungsgeschichte hingegen beweist, dass wenigstens im Anfange diese Zellen durchaus geschlossen sind, daher scheint es mir in der That wahrscheinlicher, es werde dieses auch noch im Alter statt finden, als anzunehmen, es seien später wirkliche Oeffnungen entstanden, da kein Beispiel im Pflanzenreiche für eine solche Resorption spricht, und da es leicht möglich ist, dass die dünne, nicht durchbohrte Lamelle unserem Auge entgeht. Dieselben Zellen finden sich auch in der Rinde (Fig. 28. 29. a.), meist bilden sie hier nur einen einfachen, vollständigen oder unterbrochenen Kreis, häufig hingegen kommen in älteren Stämmen einzelne solcher Zellen in der ganzen Rinde zerstreut vor.

Die Holzzellen dieser Pflanze (Fig. 28. b.) haben die bei den Asclepiadeen gewöhnlichen Tüpfel.

Ganz ähnliche Zellen, wie bei dieser Asclepias, kommen im Marke von Banisteria auriculata vor, von welchen meine Schrift über Ranken und Schlingpflanzen ebenfalls eine Beschreibung und Abbildung enthält *). Auch diese Zellen (Fig. 25. 26.) sind, wie die von Asclepias, von ungewöhnlicher Dicke, auch hier ist die äussere nicht durchbohrte Membran, wenn die Zellen ihr Wachsthum erreicht haben, nicht mehr zu bemerken, auch hier stehen, wenn zwei solcher Zellen neben einander liegen, und immer an ihren Enden, mit welchen sie auf einander gesetzt sind, diese Canäle einander gerade gegenüber. Während bei Asclepias die verdickten Zellen dieselbe Form haben, wie die übrigen Markzellen, so sind sie hier sehr von ihnen verschieden, indem sie eine 3—4—6mal grössere Länge, als die andern Markzellen, besitzen.

Am nächsten an diese Formen schliesst sich die im Marke von Rubus und Rosa vorkommende Zellenbildung an.

Wir verdanken die Entdeckung dieser Zellen L. C. Treviranus, welcher ihren Bau mit folgenden Worten beschreibt **): „Im weissen und glanzvollen Marke

*) Vgl. die Note auf pag. 2.

**) Vom inwendigen Bau der Gewächse. Gött. 1806. p. 164. 165.

einjähriger Zweige von Rubus Idaeus L. siehet man feinere, dunklere, perpendiculäre Streifen. Mit bewaffnetem Auge erkennet man, dass es Reihen kleiner gefärbter Zellen sind, die zwischen den perpendiculären Reihen der gewöhnlichen grossen und völlig glasartigen Zellen aufsteigen. Auch auf dem Querschnitt erscheinen sie deutlich als keine Gefässe, sondern als kleinere Zellen zwischen den grösseren. Eben dergleichen und mit den nämlichen Umständen habe ich im Marke des Rosenstrauchs gefunden. Auf keinen Fall sind dieses besondere Gefässe. Vielmehr scheinen es ursprünglich Intercellulargänge gewesen zu sein, die sich erweitert und ein zelliges Gefüge angenommen haben. Es geschieht nämlich zuweilen, dass man diese Gänge, wenn das Zellgewebe noch saftreich ist, knotig und schnurförmig sieht. Dieses scheinet die Anlage zu jenem Bau zu sein, und man kann sich den Uebergang dieser Urbildung in jene spätere durch eine Ausdehnung des ganzen Zellgewebes leicht gedenken. Doch kann ich nicht angeben, woher jene kleineren Zellen die besondere Färbung haben. Indessen kommt dergleichen sehr oft vor." So z. B. seien im Marke jähriger Hollunder und Weidenzweige auf dem Querschnitt einzelne rothe Punete, die sich auf einem Longitudinalschnitt als einzelne röthlich gefärbte Zellen zeigen.

Treviranus giebt auf Tab. II. Fig. 42. aus einem jährigen Himbeerzweige (Rubus Idaeus L.) eine Abbildung dieser Zellen, welche aber durchaus verzeichnet ist, und keinen deutlichen Begriff von dieser Bildung geben kann.

J. J. P. Moldenhawer *), indem er von einem System von Fasern spricht, welche die Ränder der Zellen im Zellgewebe der Pflanzen umgeben sollen, gegen deren Existenz ich mich schon an einem andern Orte **) ausgesprochen habe, thut ebenfalls dieser Zellen Erwähnung. Er sagt nämlich: „nicht immer findet sich an den Rändern der Zellenwände ein einfacher Faden, sondern es laufen zwei feine Fäden neben einander, welche durch Querfortsätze in kleinen Entfernungen verbunden sind. Besonders auffallend zeigt sich diese Form und zugleich die erstere im Mark der Gartenrose. In diesem Mark bemerkt man nämlich einige Zellen, welche sich durch ihren geringen Durchmesser, ihre Festigkeit und ihre Farbe von den

*) l. c. p. 120.

**) Ueber Ranken u. s. w. p. 21.

eigentlichen Markzellen unterscheiden." Er bildet auf Tab. IV. Fig. 12. diese Zellen aus einem noch sehr jungen Zweige, wo sie noch einen grünen Saft enthalten, ab; in der 11ten Figur aus einem noch im Wachsthum begriffenen Zweige, wo sie eine gelbgrüne Färbung angenommen haben; in der 13ten Figur sind sie im Längeschnitte aus einem über ein Jahr alten Zweige abgebildet. „Hier haben sie ihren grünen Saft verloren, und zeichnen sich von den gleichfalls saftleeren Markzellen, vermöge ihrer grösseren Festigkeit und der dickeren Flüssigkeit, welche ihre Wände durchdrungen hat, durch eine dunklere Farbe aus. Daher erscheinen sie etwas heller, wenn sie ihre Säfte frühe verloren."

„Löst man nun (heisst es p. 121.) einige Schlauchreihen dieser Zellen mit der gehörigen Vorsicht und Sauberkeit, zugleich mit den Markzellen ab, und betrachtet sie, in reinem Wasser ausgespült, unter einer stärkeren Vergrösserung, so zeigt sich mit der bestimmtesten Deutlichkeit ein besonderer Bau, welcher über den Gegenstand, den wir genauer aufzuklären bemüht waren, ein vorzügliches Licht verbreitet, und in der folgenden 14ten Figur mit möglichster Treue dargestellt ist. Die grösseren eigentlichen Marktzellen sind nämlich durch dickere Fasern verbunden, welche eine Zusammensetzung aus mehreren feinern zu verrathen scheinen; die kleineren festern Zellen hingegen scheinen hier, beim ersten Anblick, von äusserst feinen Bläschen umgeben, die beständig dieselbe Lage haben und behalten, welche die Zeichnung darstellt. Aber bei genauerer Untersuchung finden wir in diesen anscheinenden Bläschen nicht den mindesten Umstand, welcher eine Oeffnung, oder Höhlung, oder besondere Wand verriethe, weder die Maceration, noch irgend ein anderes Verfahren, stellt uns hier ein einziges besonderes Bläschen dar; sondern wir entdecken blos feine Fasern, welche durch eben so feine Querfasern verbunden sind, und sich immer, wie wir oben überhaupt bemerkten, da befinden, wo jene kleineren Zellen den Markzellen fester anhängen. Es verdient noch bemerkt zu werden, dass die der Länge nach fortlaufenden Fasern anfangs geradere Linien darstellen, dass sie aber, so wie der Theil, an dem sie sich befinden, austrocknet, und die Querfasern anfangen sich zusammenzuziehen, an diesen bestimmten Stellen der Querfasern stärker eingezogen erscheinen, und eben dadurch jene scheinbare Bläschenverbindung hervorbringen. Schwer erkennt man sie im jüngern Zweige, wo noch alles saftvoll ist, schon desshalb, weil die Wände der aufgetriebenen, auf einander drückenden Zellen eine weniger schräge Richtung haben."

Die angeführten Abbildungen Moldenhawer's sind vortrefflich, nur ist Fig. 11. 12. 13. durch eine zu schwache Vergrösserung gezeichnet, bei Fig. 14. hingegen ist der grosse Fehler, dass bei den einzelnen Zellen die Wandungen ganz glatt gezeichnet sind, während sie constant mit Tüpfeln besetzt sind.

Der 3te Anatom, welcher diesen Zellen seine Aufmerksamkeit schenkte, ist Kieser, der sie mit folgenden Worten beschreibt *): „Bei den Rosen, und beim Rubus besteht das Mark aus zweierlei Zellen, aus grösseren, welche nach Art der übrigen Zellen stehen, und aus kleineren, welche in horizontale und verticale Reihen geordnet, die grösseren Zellen umgeben, und, da sie in der alten Pflanze wahrscheinlich durch Anfüllung mit dem harzigen Farbestoffe undurchsichtig werden, leicht für Intercellulargänge gehalten werden."

Die Abbildungen Kieser's aus Rubus fruticosus sind naturgetreu, die 70ste Figur übertrifft die früheren Abbildungen dadurch, dass die Zellen mit dunkeln Puncten besetzt, gezeichnet sind, was die früheren Beobachter versäumten; bei Fig. 70. hingegen ist es auch versäumt.

Auch Sprengel **) erwähnt dieser Zellen im Rosenmarke, ohne jedoch eine nähere Beschreibung ihres Baues zu geben; er stellt sie, auf eine nicht passende Weise, mit dem zusammengesetzten Zellgewebe des Papierschilfes zusammen; seine Abbildung ist nicht gut.

In meiner Schrift über die Ranken machte ich auf die Aehnlichkeit dieser Zellen mit den getüpfelten Zellen von Asclepias carnosa und Banisteria auriculata aufmerksam. Am leichtesten ist ihr Bau im Marke eines alten Rosenstammes zu erkennen. Fig. 37. stellt den Querschnitt durch einen Theil des Markes aus einem alten Stamme von Rosa canina vor. Es besteht dasselbe aus grossen, dünnwandigen Markzellen von nicht ganz regelmässiger Form, deren Wände sehr durchsichtig und fein getüpfelt sind; zwischen diesen Zellen nun liegen theils in kleinen Haufen, meist aber in Schlangenlinien geordnet, viel kleinere, gelblich gefärbte, dickwandige Zellen, deren horizontale Scheidewände mit dunklen Puncten besetzt erscheinen. Bei einer Vergrösserung, welche die Durchschnittsfläche dieser Zellwandungen

*) l. c. p. 207.

**) Anleitung. 2te Ausgabe. Tom. I. p. 22. Tab. II. Fig. 6.

als eine Fläche von hinreichender Breite darstellt, bemerkt man schwarze Querstriche, welche sich trichterförmig in die Zelle öffnen, aber nicht völlig die äussere Wand der Zelle erreichen, und welche meistens von den aneinanderliegenden Zellen einander genau gegenüber stehen. Der Längeschnitt (Fig. 38.) zeigt, wie diese Zellen in Längelinien geordnet sind; hier erscheinen nun die senkrechten Wände getüpfelt, und die horizontallaufenden mit Querstrichen versehen. Es ist also bis zur höchsten Evidenz klar, dass die schwarzen Puncte und die Querstriche nichts anders sind als Canäle, welche die Zellwandung bis auf die äusserste Lamelle durchbohren, und dass MOLDENHAWER's Fasern nichts anders sind, als die Ränder dieser Zellen, und seine Querfasern die in den Zellwandungen liegenden Canäle. Diese Zellen nun gehen (Fig. 36.) unmittelbar und allmählig in die Zellen der Markstrahlen über, welche ebenfalls dasselbe getüpfelte Aussehen haben, wie diese im Marke zerstreuten Zellen, und wie wir es an den Markstrahlen von Viscum, von Vitis, von der Eiche u. s. w. sahen. Dieser Umstand wurde bis jetzt übersehen, und es löst sich die auf den ersten Anblick so wunderbar erscheinende Bildung darein auf, dass die dickwandigen Zellen der Markstrahlen, anstatt, wie bei den übrigen Pflanzen, allmählig dünnwandiger werdend in die Markzellen unmerklich überzugehen, hier Fortsätze zwischen die Markzellen hineinschicken.

Dieselbe Bildung findet sich auch in Rubus (ich fand sie in Rubus fruticosus, idaeus, caesius, tomentosus; Rubus odoratus hingegen hat die bei den Dicotyledonen gewöhnliche Bildung, seine Markzellen sind, mit kleinen Tüpfeln versehen, ungefähr wie bei Sambucus nigra, nur einzelne zeigen das schon oben beschriebene netzförmige Aussehen). Die getüpfelten Zellen dieser Rubus gleichen denen der Rosen vollkommen, doch fand ich sie weniger dickhäutig, so dass auch in alten Stämmen von Rubus tomentosus (Fig. 27.) auf dem Querschnitte die Zellwandung sich nicht als eine Fläche zeigte. Die Tüpfel sind an den Zellen dieser Pflanze viel grösser, als in denen der Rose, so dass sie nicht schwarze Puncte, sondern hellere Kreise darstellen.

TREVIRANUS *) will endlich an der opacen Scheidenhaut der Faserbündel von Polypodium Filix mas viele hell durchleuchtende Poren gesehen haben; dieses wird

*) Vom Bau etc. p. 60.

schon von Sprengel *) bestritten, welcher diese Puncte für Harnkörner hält. Auch hier finde ich nur Verdünnungen der Membran, denn nie sah ich das Licht durch diese Stellen hell durchscheinen, sondern immer waren sie gelbgefärbt, jedoch heller, als die übrige Zellwandung.

Nachdem wir im Bisherigen gesehen haben, dass an den für porös gehaltenen Zellen der Gefässpflanzen keine Poren nachzuweisen seien, und dass es verdünnte Stellen der Zellwandungen sind, welche das täuschende Aussehen von Poren haben, so bleibt uns noch die Betrachtung der merkwürdigen Mittelform zwischen Zellen und Spiralgefässbildung übrig, welche sich in den Blättern und am Stengel von Sphagnum findet. Moldenhawer **), der Entdecker dieser Zellen, lieferte so genaue Untersuchungen, und so treffliche Abbildungen von denselben aus Sphagnum obtusifolium, dass eine nähere Beschreibung ihres Baues höchst unnöthig wäre, daher beschränke ich mich nur darauf, einen näheren Beweis für die Existenz der von ihm entdeckten Oeffnungen zu geben, da durch die grössere Helligkeit dieser Stellen, und durch den Umstand, dass man durch sie klar und deutlich die hintere Wandung der Zelle sehen kann (auf welche Verhältnisse hin allein Moldenhawer dieselben für Oeffnungen erklärt), die Natur derselben, als solcher, noch nicht strenge bewiesen wird, indem ja noch immer eine zarte Membran dieselben verschliessen könnte. Auf das bestimmteste kann man sich davon überzeugen, dass keine solche Membran vorhanden ist, und dass die helleren Kreise wirkliche Oeffnungen sind, wenn man mit einem scharfen Messer viele Einschnitte in den Rand dieser Blätter macht, wodurch häufig solche Kreise mitten durch geschnitten werden. Wäre nun eine verschliessende Membran vorhanden, so müsste man bei der Grösse dieser Kreise leicht die Ränder dieser Haut sehen, wovon aber auch die genaueste Untersuchung nichts zeigt. Dieselbe Bildung, wie bei Sphagnum obtusifolium, traf ich auch bei Sphagnum acutifolium, cuspidatum, squarrosum, subsecundum an.

Wie der Bau dieser Blätter überhaupt bis jetzt noch ganz einzeln, ohne verwandte Bildung da steht, so ist auch noch kein weiteres Beispiel solcher Oeffnungen bekannt. Sprengel ***) behauptete zwar, dass sich in den Blättern von Les-

*) Vom Bau und der Natur. p. 95.

**) l. c. p. 213. 214. Tab. IV. Fig. 2—5.

***) Anleitung, 2te Ausg. Tom. I. p. 23.

kea complanata ähnliche Lücken befinden, und dass das Zellgewebe der meisten Moose wahrscheinlich auf dieselbe Weise gebaut sei; allein weder bei der angeführten Leskea, noch bei mehreren hundert andern Moosen konnte ich je auch nur eine Spur einer ähnlichen Bildung antreffen.

Entwicklungsgeschichte der getüpfelten Zellen.

Einen ferneren sehr bestimmten Beweis für die im Bisherigen vorgetragene Ansicht, dass die Tüpfel der oben beschriebenen Zellen keine Poren, sondern Verdünnungen der Zellwandungen sind, giebt die Entwicklungsgeschichte dieser Zellen.

Unter den angeführten Pflanzen lässt sich wohl die Entwicklung der getüpfelten Zellen am deutlichsten und am leichtesten bei Asclepias carnosa verfolgen, daher mag es das passendste sein, mit der Beschreibung der an dieser Pflanze angestellten Beobachtungen zu beginnen.

Wenn man das jüngste Internodium eines in raschem Wachsthume begriffenen Triebes dieser Pflanze untersucht (Tab. IV. Fig. 30. 31.), so findet man, dass alle Markzellen gleichförmig, dünnwandig, und dass keine derselben getüpfelt ist (f.); ebenso findet man von dem, in der erwachsenen Pflanze in der Rinde vorkommenden Kreise von getüpfelten Zellen (Fig. 28. 29. a.) noch keine Spur. Im zweiten Internodium findet man schon einzelne, in der Mitte des Markes liegende Zellen etwas dickwandiger, als die übrigen, und mit Puncten und kleinen, durchsichtigen Kreisen besetzt (Fig. 32.), so dass sie den Markzellen von Sambucus nigra gleichen. Geht ein Schnitt durch einen solchen Kreis, so kann man die über ihm ausgespannte Membran bemerken. Im dritten Internodium findet man diese getüpfelten Zellen schon in grösserer Anzahl, doch sind noch nicht alle, die Mitte des Markes bildenden Zellen getüpfelt, sondern andere Markzellen von gewöhnlicher Bildung liegen zwischen ihnen, wie der Längeschnitt in Fig. 33. zeigt. Die Dicke der Wandungen dieser Zellen, und ihre Anzahl nimmt im vierten Zwischenknoten immer mehr zu (Fig. 34.); im fünften, deutlicher noch im sechsten (Fig. 35.) Internodium fand ich die Wandungen dieser Zellen schon von ansehnlicher Dicke, und dann auf der Durchschnittsfläche mit Querstrichen versehen, da sich die Tüpfel nun in Canäle

verwandelt hatten. Andere Zellen hatten noch nicht diesen Entwicklungsgrad erreicht, und zeigten die Durchschnittsflächen ihrer Wandungen noch unter der Form von einfachen schwarzen Strichen. Im sechsten Internodium fingen nun auch einzelne Rindenzellen an, getüpfelt zu werden. Diese Umwandlung von nicht getüpfelten Zellen in getüpfelte nimmt mit dem Alter immer zu, so dass in der erwachsenen Pflanze alle, in der Mitte des Markes liegenden Zellen die in Fig. 28. bei f. dargestellte Beschaffenheit angenommen haben.

Derselbe Uebergang aus nicht getüpfelten, dünnwandigen Zellen, in die oben beschriebenen, getüpfelten (Fig. 25. 26.) lässt sich leicht bei Untersuchung junger Triebe von verschiedenem Alter bei Banisteria auriculata nachweisen.

Damit stimmt auf das genaueste überein, was MOLDENHAWER *) von Cycas revoluta bemerkt, dass man nämlich in den ersten kleinen Strünken dieser, aus einem abgetrennten Wurzelknollen erzogenen Pflanze die Markzellen oft ungleich zarter, und dann die Poren manchmal gar nicht, oder doch in ungleich geringerer Anzahl antreffe. Leider fehlte mir die Gelegenheit, dieses selbst zu untersuchen.

Bei Erythrina Corallodendrum, deren Markzellen zum Theil die gleiche Beschaffenheit haben, wie die Zellen von Cycas (p. 24.) trit derselbe Umstand ein; in der Jugend finden wir nämlich alle diese Zellen ganz gleichförmig und ohne Tüpfel, welche sich erst später auf dieselbe Art, wie bei Asclepias carnosa entwickeln.

Die gleichen Entwicklungsstuffen durchlaufen die (p. 29. beschriebenen) getüpfelten Zellen der Rosen. In den jüngsten Internodien der noch im Wachsthume begriffenen Zweige sind diese Zellen kaum von den übrigen Markzellen zu unterscheiden, da sie beinahe dieselbe Grösse besitzen, und sich nicht so sehr durch ihre Färbung auszeichnen, als dieses späterhin der Fall ist, indem ihre Farbe grün ist, wie die der übrigen Markzellen, und nur eine geringe Beimischung von Gelb hat, was den übrigen Markzellen fehlt; durch diesen Umstand, wie durch ihre Stellung, durch ihre Verbindung mit den Markstrahlen, und durch ihre etwas geringere Grösse lassen sich diese Zellen unterscheiden. Ihre Wände sind dünn und zart, wie die der übrigen Markzellen und nicht getüpfelt. Mit der weitern Entwicklung des Zweiges nehmen sie weniger, als die übrigen Markzellen an Grösse zu, ihre Wände werden

*) l. c. p. 115.

dicker, und es entstehen die Tüpfel, ihre Farbe wird immer gelblicher, während die übrigen Markzellen immer weisser werden, wodurch diese ein ganz verschiedenes Aussehen erhalten.

Dieselben Veränderungen zeigen die entsprechenden Zellen bei Rubus; hier ist jedoch die Untersuchung mit viel grösseren Schwierigkeiten verbunden, weil diese Zellen den Markzellen ähnlicher sind, als bei der Rose, und nie so dicke Wandungen bekommen.

Auch bei Viscum album, wo sich bei den Markzellen sowohl, als bei den Holzzellen die Tüpfel so deutlich als Verdünnungen der Zellwand zu erkennen geben, erscheinen diese beiden Arten von Zellen in ihrer frühesten Jugend ganz ohne Tüpfel, und ihre durchschnittenen Wandungen ohne das oben beschriebene sägenartige Aussehen. Bald hingegen fangen die Tüpfel an, sich zu zeigen, und dann sieht man auf den Durchschnittsflächen der Zellwandungen leichte Einkerbungen; diese werden mit dem Dickerwerden der Zellwandung immer stärker, bis sie in der erwachsenen Pflanze die in Fig. 18. dargestellte Form haben. Diese Veränderungen sind die gleichen bei den Markzellen und bei den Holzzellen, doch gehen sie früher bei den Holzzellen vor sich, als bei den erstern.

Wie bei den bisher betrachteten Zellen, so fehlen auch bei den Holzzellen der Zapfenbäume und bei Salisburia Ginkgo in der frühesten Jugend die Tüpfel; zu Erforschung dieser Verhältnisse kann man entweder die jüngsten Triebe, oder, was bei Pinus bequemer ist, die äussersten Schichten des Holzkörpers aus einem noch im Wachsthume begriffenen Triebe wählen.

Bei Salisburia Ginkgo sind in den jüngsten Internodien der in raschem Wachsthume begriffenen Zweige die Holzzellen noch sehr zart, halb gallertartig, und zeigen noch durchaus gleichförmige Wandungen. Die etwas älteren hingegen zeigen Ringe von der Grösse der Tüpfel der erwachsenen Holzzellen, doch im Anfange nur undeutlich, und oft nur beim Hin- und Herdrehen des am Microscope befindlichen Spiegels bemerkbar, bei den um etwas älteren zeigt sich auch der innere Kreis, doch alles nur leise angedeutet; in kurzer Zeit aber verdicken sich die Wandungen der Holzzellen, erhalten eine feste Consistenz, womit die Tüpfel ihre vollständige Ausbildung erreichen.

Ganz dieselben Entwicklungsstufen durchlaufen die Holzzellen und Tüpfel bei Pinus.

Ebenso fehlen bei den übrigen Gewächsen, deren Holzzellen im Alter getüpfelt sind, wie bei den Asclepiadeen (Tab. IV. Fig. 28. b. aus Asclepias carnosa), bei den Euphorbien, bei Banisteria auriculata (Tab. III. Fig. 26. a.), bei der Eiche (Tab. III. Fig. 22. 23.) in der ersten Jugend die Tüpfel (Tab. IV. Fig. 28. c. Tab. III. Fig. 26. b.).

Folgerungen für die Physiologie der Gewächse.

Durch den im Bisherigen beschriebenen Bau, und durch die Entwicklungsgeschichte der getüpfelten Pflanzenzellen werden folgende, für die Physiologie der Gewächse vielleicht nicht ganz unwichtige Lehrsätze begründet.

Erstens lässt sich aus dem Umstande, dass die Zellen in ihrer frühesten Jugend aus dünnen, überall gleichförmig gebildeten, keine Spur von Poren zeigenden Häuten bestehen, und dass mit der weitern Entwicklung derselben ihre Wandungen nicht überall gleichförmig an Dicke zunehmen, sondern dass einzelne Stellen ihren ursprünglichen, geringen Durchmesser beibehalten, während andere grössere oder kleinere Stellen allmählig dicker werden, und zwar zuweilen nur in einer so geringen Ausdehnung, dass es oft nur das Aussehen hat, als liege ein Netz von Fasern auf den Zellenwänden auf, ferner aus der häufig vorkommenden Erscheinung, dass wenn ein Riss durch eine dickwandige Zelle geht, dieser häufig nicht in einer Fläche die ganze Zellwandung durchdringt, sondern die verschiedenen Schichten an verschiedenen Stellen trennt, wodurch die Ränder des Risses ein zackiges, blättriges Aussehen bekommen, wenigstens mit der in solchen Dingen möglichen Wahrscheinlichkeit schliessen, dass das Wachsthum der Zellwandungen in die Dicke weniger durch Aufnahme des zu ihrem Wachsthume verwendeten Stoffes in die Masse des vorher Vorhandenen, als hauptsächlich durch Ablagerung neuer Schichten auf die alte Zellmembran vermittelt werde. Diese Art des Wachsthums lässt sich bei den (pag. 26.) beschriebenen Zellen von Banisteria auriculata sichtlich nachweisen, indem hier auf der quergeschnittenen Zellwandung ganz leise angedeutete concentrische Ringe, von einer etwas dunkleren Färbung, als die übrige Masse der Zellwandung zeigt, sichtbar sind. Auf diese Art stimmt bei der Pflanze das Wachsthum

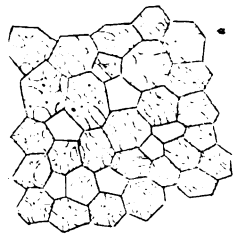
ihrer einzelnen anatomischen Bestandtheile mit dem Wachsthume der ganzen Pflanze überein, indem auch dieses nicht sowohl in einer Weiterausbildung und Entwicklung der schon bestehenden Theile, als in einer Ablagerung von neu sich bildenden auf die älteren, mehr oder weniger unverändert bleibenden Theile besteht. Höchst merkwürdig ist, dass so häufig, und bei manchen Pflanzen, wie bei den Tannen, ganz constant in den aneinanderliegenden Wandungen zweier Zellen die Stellen, auf welche keine neuen Schichten abgelagert werden, und welche daher später als Vertiefungen erscheinen, einander gerade gegenüber liegen.

Da in der Jugend die Zellwandungen ganz gleichförmig, ohne alle Poren erscheinen, so müssen dieselben für die Pflanzensäfte durchdringbar sein; aus dem Umstande hingegen, dass an einzelnen Stellen die ursprüngliche Zartheit der Membran erhalten wird, lässt sich schliessen, dass diese Eigenschaft derselben nur zukomme, so lange ihre Masse nicht zu bedeutend wird. Die in den Zellwandungen entstehenden Vertiefungen und Canäle haben, besonders da sie meistens in den aneinanderliegenden Zellen einander gerade gegenüberstehen, für die Circulation des Saftes dieselbe Bedeutung, wie wenn sie Poren wären, indem an diesen Stellen der Saft nur, wie bei den jungen Zellen, eine ganz dünne Schichte von organischer Substanz zu durchdringen hat, und dann in die, in der Zellwandung ausgehöhlten, Canäle tritt, und nun ohne Hinderniss in die Höhlung der Zelle fliessen kann.

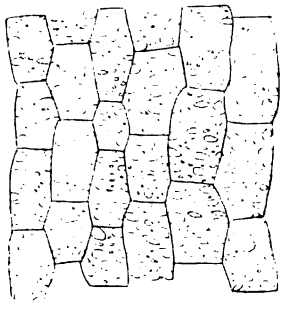
Endlich lässt sich aus dieser, von der Natur getroffenen Erleichterung der Circulation eine fernere Bestätigung für den Satz herleiten, dass die Zellwandung nicht, wie manche früheren Physiologen annehmen, aus einem Gewebe von Gefässen bestehe, sondern dass sie, wie sie auch durchaus unter den stärksten Vergrösserungen erscheint, eine homogene Masse, gleichsam ein erhärteter Schleim (wie wir ihn in manchen niedern Organismen des Pflanzenreichs z. B. bei Nostoc, Hydrurus, Palmella u. s. w. noch in gallertartigem Zustande antreffen) sei, da wohl anzunehmen ist, dass wenn sie aus einem Gewebe von Gefässen (etwa dem Capillargefässsysteme der Thiere vergleichbar) bestünde, die mehr oder minder bedeutende Dicke der Zellwand den Uebertritt des Saftes nicht erschweren, und keine besonderen Vorrichtungen zur Erleichterung derselben nöthig machen würde.

I.

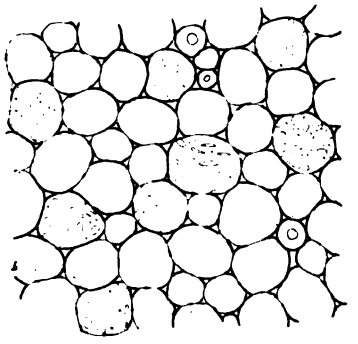
3.



2.



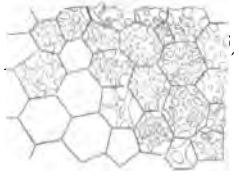
1.



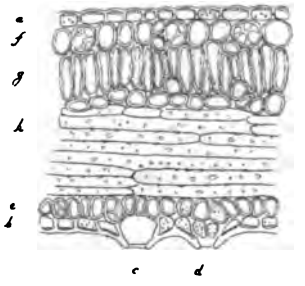
7.

5.

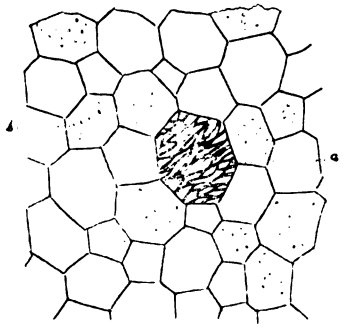
6.



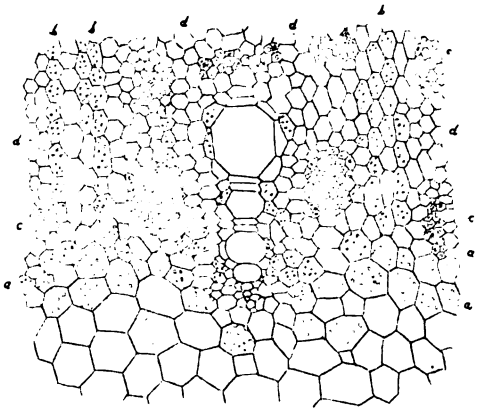
4.



9.

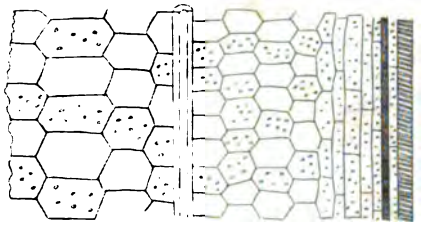


8.

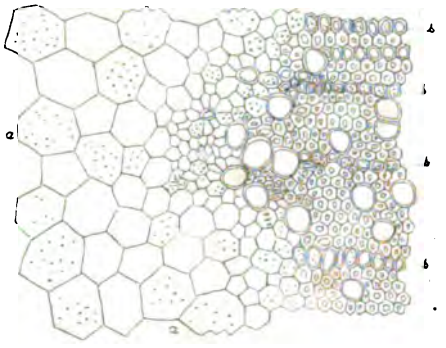


III.

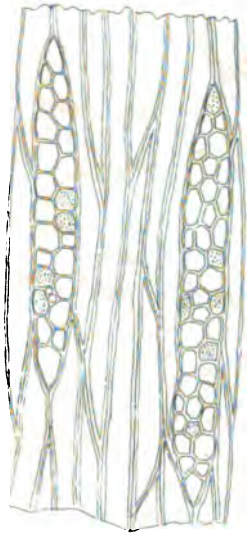
11.



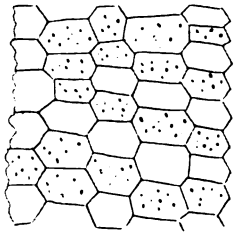
10.



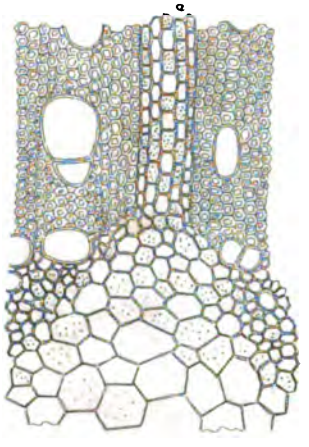
14.



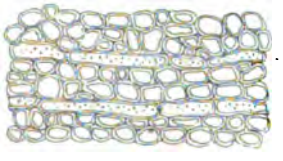
13.



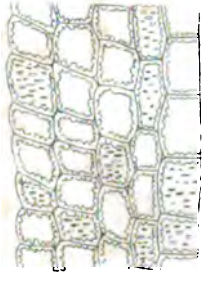
12.



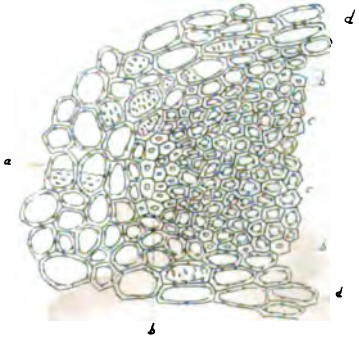
15.



18.



17.

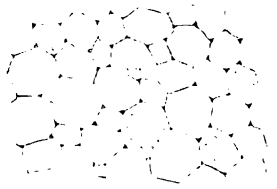


16.

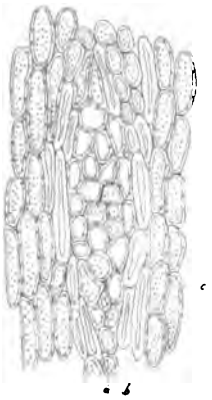
Hugo Mohl del. et sculp.

III

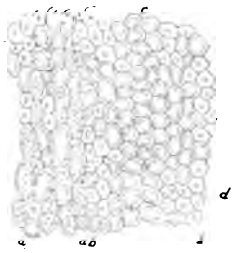
21



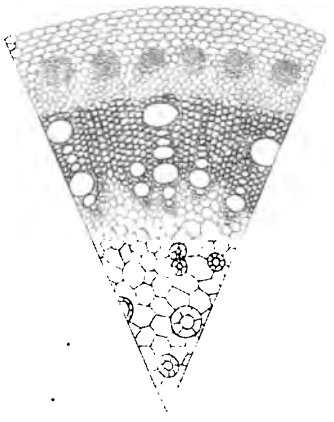
20.



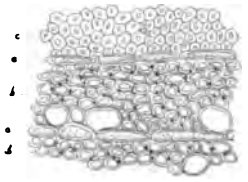
19



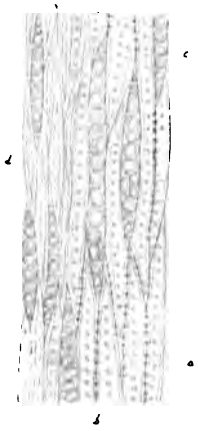
25.



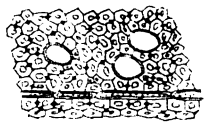
23.



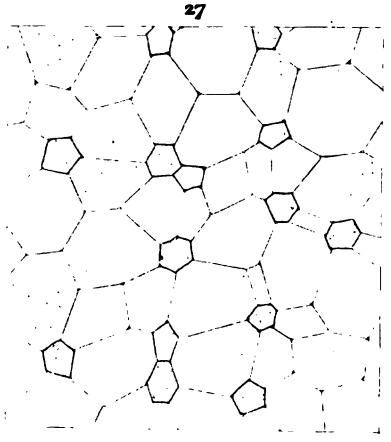
22.



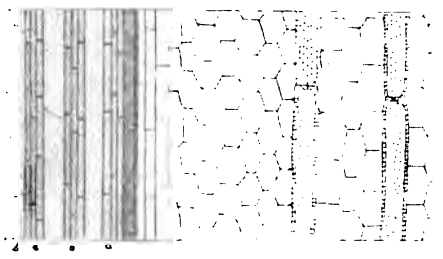
24.



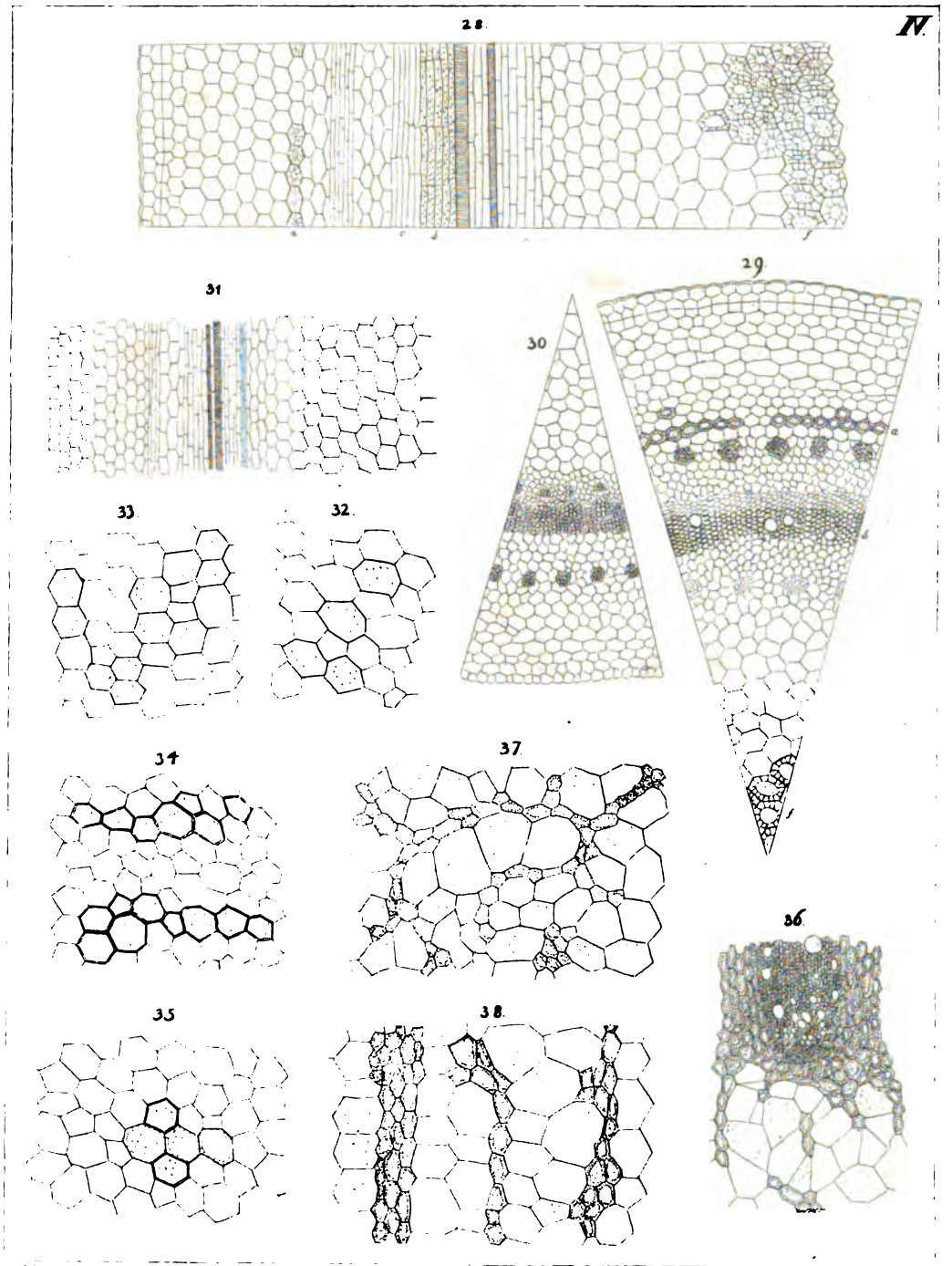
27



26.



Hugo Mohl del. et sculp.



Hugo Mohl del et sculp